COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 MARS 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Détermination de la constante d'aberration; premier et second procédé (Conclusions)*; par M. Lœwy.

« Nous avons à établir l'équation de condition qui permet de calculer, pour un couple d'étoiles sans aberration, l'époque où les deux astres se trouvent à la même hauteur au-dessus de l'horizon. On a, en se rapportant aux notations précédentes, les relations bien connues entre les coordonnées écliptiques et les coordonnées équatoriales,

$$
\text{(II)}\quad
\left\{
\begin{array}{ll}
\cos\delta^{\text{IV}}\cos\alpha^{\text{IV}} = \sin\frac{\Delta}{2}\cos\lambda''', & \cos\delta'''\cos\alpha''' = -\sin\frac{\Delta}{2}\cos\lambda''', \\
\cos\delta^{\text{IV}}\sin\alpha^{\text{IV}} = \sin\frac{\Delta}{2}\sin\lambda'''\cos\omega - \cos\frac{\Delta}{2}\sin\omega, & \cos\delta'''\sin\alpha''' = -\sin\frac{\Delta}{2}\sin\lambda'''\cos\omega - \cos\frac{\Delta}{2}\sin\omega, \\
\sin\delta^{\text{IV}} = \sin\frac{\Delta}{2}\sin\lambda'''\sin\omega + \cos\frac{\Delta}{2}\cos\omega, & \sin\delta''' = -\sin\frac{\Delta}{2}\sin\lambda'''\sin\omega + \cos\frac{\Delta}{2}\cos\omega, \\
\sin h^{\text{IV}} = \sin\varphi\sin\delta^{\text{IV}} + \cos\varphi\cos\delta^{\text{IV}}\cos(t^{\text{IV}} - \alpha^{\text{IV}}), & \sin h''' = \sin\varphi\sin\delta''' + \cos\varphi\cos\delta'''\cos(t''' - \alpha''').
\end{array}
\right.
$$

En égalisant les deux dernières équations relatives $\sin h^{\text{IV}} = \sin h'''$ et $t^{\text{IV}} = t'''$, on trouve d'une manière analogue, en exprimant les coordonnées équatoriales par les coordonnées écliptiques,

$$\text{(III)} \qquad \operatorname{tang}\varphi \sin\omega + \cos t''' \operatorname{cotang}\lambda''' + \sin t \cos\omega = 0,$$

$$\sin h = (\sin\varphi \cos\omega - \sin t''' \cos\varphi \sin\omega) \cos\frac{\Delta}{2} = \cos\psi \cos\frac{\Delta}{2}.$$

» En remplaçant λ''' par $90° + \lambda$, l'équation (III) devient identique à celle qui fait connaître l'instant d'égale hauteur pour les deux astres zodiacaux, circonstance très favorable qui permet de construire une seule Table destinée à faciliter le calcul des éléments se rapportant aux deux couples. En effet, dans le Tableau suivant, on trouve, pour Paris et l'équateur et pour les longitudes de la médiane de 10° en 10°, l'instant où les deux étoiles principales sont à la même distance zénithale et l'angle ψ qui représente à la fois l'inclinaison de l'écliptique sur l'horizon et la hauteur de la médiane. Afin de pouvoir obtenir les mêmes éléments relatifs au couple sans aberration, il suffit d'entrer dans la Table avec l'argument $90° + \lambda'''$.

	Pour Paris.		Pour l'équateur.	
λ.	t.	ψ.	t.	ψ.
°	h m	° ′	h m	° ′
0.........	22. 1,0	34.51,2	0. 0,0	90. 0,0
10.........	22.46,9	39.23,6	23.16,5	85.41,5
20.........	23.36,7	44.10,6	22.33,4	81.33.6
30.........	0.29,4	48.55,2	21.51,3	77.45,7
40.........	1.23,9	53.21,2	21.10,2	74.25,1
50.........	2.19,2	57.14,3	20.30,4	71.37,0
60.........	3.14,6	60.24,0	19.51,6	69.24,6
70.........	4. 9,9	62.43,4	19.13,9	67.49,3
80.........	5. 5,1	64. 8,4	18.36,8	66.52,0
90.........	6. 0,0	64.37,0	18. 0,0	66.32,9
100.........	6.54,9	64. 8,4	17.23,2	66.52,0
110.........	7.50,1	62.43,4	16.46,1	67.49,3
120.........	8.45,4	60.24,0	16. 8,4	69.24,6
130.........	9.40,8	57.14,3	15.29,6	71.37,0
140.........	10.36,1	53.21,2	14.49,8	74.25,1
150.........	11.30,6	48.55,2	14. 8,7	77.45,7
160.........	12.23,3	44.10,6	13.26,6	81.33,6
170.........	13.13,1	39.23,6	12.43,5	85.41,5
180.........	13.59,0	34.51,2	12. 0.0	90. 0,0
190.........	14.40,2	30.46,7	11.16,5	85.41,5
200.........	15.16,4	27.17,7	10.33,4	81.33,6
210.........	15.48,1	24.26,8	9.51.3	77.45,7
220.........	16.15,7	22.11,6	9.10,2	74.25,1
230.........	16.40,1	20.28,4	8.30,4	71.37,0
240.........	17. 2,1	19.13,3	7.51,6	69.24,6

λ.	Pour Paris. t.	ψ.	Pour l'équateur. t.	ψ.
°	h m	° ′	h m	°
250..........	17.21,8	18.22,5	7.13,9	67.49,3
260..........	17.41,4	17.52,5	6.36,8	66.52,0
270..........	18. 0,0	17.42,5	6. 0,0	66.32,9
280..........	18.18,6	17.52,5	5.23,2	66.52,0
290..........	18.38,2	18.22,5	4.46,1	67.49,3
300..........	18.57,9	19.13,3	4. 8,4	69.24,6
310..........	19.19,9	20.28,4	3.29,6	71.37,0
320..........	19.44,3	22.11,6	2.49,8	74.25,1
330..........	20.11,9	24.26,8	2. 8,7	77.45,7
340..........	20.43,6	27.17,7	1.26,6	81.33,6
350..........	21.19,8	30.46,7	0.43,5	85.41,5
360..........	22. 1,0	34.51,2	0. 0,0	90. 0,0

» Pour le cas où les quatre étoiles doivent être vues simultanément sur la sphère céleste, t''' est égal à t; il faut alors nécessairement que λ''' devienne égale à $90 + \frac{\lambda'' + \lambda'}{2}$ (IV). Dans ces conditions, comme on le voit, la ligne d'intersection de l'écliptique et du plan renfermant l'arc sans aberration est perpendiculaire à la projection sur l'écliptique de la médiane du couple d'étoiles principales. Nous allons supposer maintenant les deux étoiles principales situées dans l'écliptique. Dans ce cas, les médianes des deux couples d'étoiles sont perpendiculaires l'une sur l'autre et sur la ligne d'intersection des deux plans. La longitude de la médiane du couple zodiacal étant, par exemple, donnée, on peut facilement déterminer d'abord t à l'aide de l'équation (I), λ''' à l'aide de la relation (IV) et ensuite les coordonnées du couple d'étoiles sans aberration à l'aide des équations (II).

» Pour chaque couple d'étoiles zodiacales, il est donc facile de calculer les coordonnées correspondantes à un couple sans aberration visible au même instant physique. En observant ainsi deux couples d'étoiles semblables, à deux époques différentes, on arrive aux équations de condition suivantes :

Couple d'étoiles zodiacales.	Couple d'étoiles sans aberration.
$l' = \gamma + 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p'$,	$l_{,} = \gamma'$,
$l'' = \gamma + 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p'' + (d+a)\theta + nb$,	$l_{,,} = \gamma' + (d+a)\theta + nb$;

les observations étant faites au même instant, les conditions physiques sont les mêmes pour les deux arcs et les derniers termes dans les équations de la seconde époque sont forcément les mêmes. Il en résulte

$$l'' - l' = 2k\sin\frac{\Delta}{2}(\cos p'' - \cos p') + (d+a)\theta + nb, \qquad l_{,,} - l_{,} = (d+a)\theta + nb,$$

$$(l'' - l') - (l_{,,} - l_{,}) = 2k\sin\frac{\Delta}{2}(\cos p'' - \cos p').$$

» On voit que la valeur de k obtenue à l'aide de cette dernière relation est tout à fait indépendante de la variation de la réfraction et de la dilatation du miroir. Il semblerait donc résulter de cette analyse qu'on aurait toujours la faculté de faire accompagner chaque observation d'un couple d'étoiles zodiacales de celle d'un couple d'étoiles sans aberration visible au même instant physique; mais la solution ainsi fournie est, en vérité, seulement avantageuse lorsque les deux couples d'étoiles, au moment de la mesure, ne se trouvent pas trop rapprochés de l'horizon.

» La réalisation de cette condition ne permet pas l'application générale de ce procédé; il ne peut être utilisé que pour des étoiles zodiacales se trouvant placées dans une région déterminée de l'écliptique. En effet, les médianes des deux couples étant perpendiculaires l'une sur l'autre, il en résulte qu'au moment d'égale hauteur des quatre étoiles le plan passant par les deux médianes renferme le zénith; dès lors, la ligne d'intersection des plans des deux couples se trouve comprise dans l'horizon et, en outre, l'angle d'inclinaison ψ de l'écliptique avec l'horizon et l'angle d'inclinaison ψ' du couple d'étoiles sans aberration sont complémentaires : $\psi = 90° - \psi'$.

» La hauteur des deux étoiles zodiacales sera, par conséquent, donnée par la formule $\sin h = \cos\frac{\Delta}{2}\sin\psi$, et celle du second par $\sin h' = \cos\frac{\Delta}{2}\cos\psi$.

» L'inspection du Tableau de la page 616 fait connaître immédiatement la longitude de la médiane pour laquelle l'observation du couple sans aberration devient possible à une hauteur notable au-dessus de l'horizon. Si l'on veut mesurer à une faible distance zénithale le couple sans aberration, on choisira la longitude de la médiane à laquelle correspond une faible valeur de ψ; au contraire, pour l'arc zodiacal, on choisirait λ relative à une valeur notable de ψ.

» Si ψ et ψ' ont des valeurs très différentes, un couple d'étoiles se trouvera beaucoup plus près du zénith que l'autre, et l'exactitude des mesures ne serait plus alors la même dans les deux observations, condition qui ne peut pas être admise. La solution la plus rationnelle sera obtenue si l'on fait ψ égal à $\psi' = 45°$ ou bien $h = h'$; dans ce cas, on aura $\sin h = \cos\frac{\Delta}{2}\sin 45°$. En admettant $\Delta = 90°$ ou $\Delta = 80°$, il résultera respectivement h égal à 30° et à 32°27'. Ces relations permettent de constater aisément qu'une inégalité notable dans les angles ψ et ψ' nuirait à l'exactitude du résultat cherché; la mesure de l'un des deux couples se ferait alors nécessairement à une trop grande proximité de l'horizon.

» L'égalité $\psi = \psi'$ détermine complètement les coordonnées des deux couples d'étoiles; en effet, l'inclinaison de l'écliptique sur l'horizon

étant 45°, l'équation $\sin 45° = \sin\varphi \cos\omega - \sin t \cos\varphi \sin\omega$ permet de calculer l'instant sidéral qui correspond à cette inclinaison. L'heure étant ainsi connue, on obtient, à l'aide de l'équation (I), la longitude de la médiane du couple zodiacal; les longitudes correspondant aux deux astres de ce couple sont alors $90 + \frac{\Delta}{2}$ et $90 - \frac{\Delta}{2}$. Ces longitudes permettent de déduire facilement les ascensions droites et déclinaisons des deux étoiles. Les latitudes des deux astres du couple sans aberration sont égales à $90° - \frac{\Delta}{2}$, et leurs longitudes se trouvent, à l'aide de la relation (III), $\lambda''' = 90 + \frac{\lambda'' + \lambda'}{2}$ et $\lambda^{\text{IV}} = 270 + \frac{\lambda'' + \lambda'}{2}$. Ces coordonnées écliptiques étant connues, on passera sans difficulté aux coordonnées équatoriales. C'est ainsi qu'ont été calculées les coordonnées des deux couples d'étoiles semblables pour la latitude de Paris et respectivement pour les valeurs de Δ égales à 80°, 90° et 100°. Pour des raisons indiquées plus loin, nous donnons, en outre, les coordonnées d'un couple équatorial, également visibles au moment t.

		$\Delta = 80°$.	$\Delta = 90°$.	$\Delta = 100°$.
		° ′	° ′	° ′
Étoiles zodiacales......	α'.....	343. 8,4	338.27,6	333.43,9
	δ'.....	− 7.10,3	− 9. 3,0	− 10.52,1
	α''....	59.36,7	64.52,4	70.11,8
	δ''....	+ 20.31,0	+ 21.26,6	+ 22.12,2
Étoiles équatoriales....	α.....	316.23,0	311.23,0	306.23,0
	δ.....	0. 0,0	0. 0,0	0. 0,0
	α_2....	36.23,0	41.23,0	46.23,0
	δ_2.....	0. 0,0	0. 0,0	0. 0,0
Étoiles sans aberration.	α'''....	134.23,6	129. 9,9	125.31,6
	δ'''....	+ 70. 7,3	+ 65.31,4	60.48,0
	α^{IV}....	285.35,3	286.29,3	287.19,6
	δ^{IV}....	+ 27.43,1	+ 22.47,1	+ 17.50,7

$$t = 356°23',0.$$

» Comme cela est facile à constater dans le Tableau ci-dessus, on a ainsi, pour le cas particulier que nous venons d'exposer, deux solutions du problème correspondantes à deux époques différentes de l'année. Nous avons déjà indiqué que le premier procédé ne devient praticable que pour des observatoires dont la latitude est supérieure à 20°; en l'employant, il sera préférable de choisir les deux couples d'étoiles d'après les règles qui viennent d'être développées. Le couple d'étoiles zodiacales seul suffit, comme nous l'avons démontré, pour fournir une solution complète; on

trouvera par lui seul aussi bien la constante de l'aberration que la dilatation du miroir; le couple sans aberration donne d'une manière indépendante cette dilatation. La combinaison des deux couples fournira une valeur de l'aberration où la dilatation du miroir et la variation de la réfraction n'interviennent pas.

» On dispose donc ici de la faculté si précieuse de pouvoir obtenir les éléments cherchés de diverses manières; mais on peut, sous ce rapport, encore obtenir davantage. En effet, en utilisant le second procédé, il sera facile de choisir un couple d'étoiles équatoriales, observables également à la même heure sidérale que les deux couples d'étoiles considérés; $\delta' = \delta''$ étant pour ce dernier couple égal à o, le calcul des $Æ_1$ et $Æ_2$ des deux étoiles qui lui correspondent est très facile.

» Au moment donné t où les deux étoiles situées dans l'équateur paraissent à égale hauteur au-dessus de l'horizon, elles sont placées symétriquement par rapport au méridien; l'angle horaire de l'une est alors égal à $+\frac{\Delta}{2}$, et l'angle horaire de l'autre à $-\frac{\Delta}{2}$; on a, par suite, $Æ_1 = t + \frac{\Delta}{2}$ et $Æ_2 = t - \frac{\Delta}{2}$. Dans la réalité, on trouvera sur la sphère céleste de nombreux couples dont les positions correspondront aux coordonnées théoriquement déterminées, et les Catalogues feront facilement reconnaître d'avance les plus belles étoiles remplissant ces conditions. On verra au moment donné t, à égale hauteur au-dessus de l'horizon, trois couples d'étoiles : le couple zodiacal, le couple sans aberration et le couple équatorial. L'observation de ce dernier, basée uniquement sur des passages, permettra de conclure l'aberration et la dilatation du miroir même indépendante du tour de vis. La comparaison des diverses valeurs, déduites par les procédés tout à fait différents exposés successivement, fournira le contrôle le plus précieux et les renseignements les plus certains sur la véritable exactitude obtenue pour les éléments cherchés. Il nous reste encore à faire connaître les règles qui doivent être suivies dans le choix de l'angle α du double miroir. Pour répondre à cette question, il faut considérer l'ensemble des conditions à remplir pour arriver au meilleur résultat. Nous savons que l'action de l'aberration sur l'arc se trouve représentée par la formule

$$(1)\qquad d\Delta = 2k \sin\frac{\Delta}{2}\cos p = 2k\sin\alpha\cos p;$$

d'un autre côté, d'après ce qui a été exposé antérieurement, les expressions suivantes font connaître les hauteurs des astres pour le moment où

ces hauteurs sont les mêmes :

(2) Pour le couple zodiacal.............. $\sin h = \cos\frac{\Delta}{2}\sin\psi = \cos\alpha\sin\psi$,

(3) » sans aberration........ $\sin h = \cos\frac{\Delta}{2}\cos\psi = \cos\alpha\cos\psi$,

(4) » équatorial........... $\sin h = \cos\frac{\Delta}{2}\cos\varphi = \cos\alpha\cos\varphi$.

» L'inspection de ces quatre équations (1), (2), (3) et (4) montre que l'aberration augmente proportionnellement au sinus de α et que h, au contraire, devient plus petit à mesure que le cosinus de α diminue. L'accroissement de l'angle est donc, d'un côté, avantageux afin de pouvoir obtenir pour k un coefficient notable; mais, d'autre part, il est nuisible dans une certaine mesure à l'exactitude de l'observation, exécutée alors à une plus grande distance zénithale. La solution la plus rationnelle sera donc celle qui satisfait d'une manière égale à ces deux conditions contradictoires; elle aura lieu lorsque $\sin\alpha = \cos\alpha$ ou $\alpha = 45°$, $\Delta = 90°$.

» Toutefois, il sera permis d'adopter pour α des valeurs dépassant 90°; pour les raisons exposées précédemment, le faible effet différentiel de la réfraction restant le même pour toutes les régions du ciel, le principal inconvénient en observant à des hauteurs moins élevées provient de l'erreur alors plus notable du pointé; mais, comme cette inexactitude, à mesure que la distance zénithale augmente, ne croît que très légèrement, tandis que le coefficient de k devient beaucoup plus grand, on gagnera plutôt en précision, et l'on aura ainsi une latitude assez large pour la valeur de l'angle α. Néanmoins, si l'on désire, pour des raisons particulières, effectuer des mesures à des distances zénithales faibles, il n'existe aucune difficulté sérieuse qui s'y oppose.

» D'une manière générale, entre certaines limites, le choix de l'angle α peut être considéré comme arbitraire; selon l'appréciation judicieuse des circonstances, il sera permis, dans une certaine mesure, de subordonner l'une des deux conditions de précision à l'autre; en agissant ainsi, la précision du résultat final ne se trouvera pas, en réalité, sensiblement modifiée.

» Par l'emploi de la méthode générale dont nous allons maintenant faire connaître le principe, on atteint avec plus de rigueur et plus de rapidité le but poursuivi; mais néanmoins les deux premiers procédés doivent être utilisés; car, pratiquement, ils donneront avec l'exactitude la plus élevée des résultats déterminés par des moyens différents. En agissant ainsi, on possédera les vérifications les plus complètes et les garanties les plus absolues sur la précision réelle des constantes conclues. »

MÉCANIQUE. — *Sur un théorème de M.* Liapounoff, *relatif à l'équilibre d'une masse fluide*. Note de M. **H. Poincaré.**

« Lorsqu'une masse fluide homogène, sans mouvement de rotation, est soumise à la loi de Newton, il est évident qu'une des figures d'équilibre est la sphère; mais nous ne savons pas jusqu'à présent s'il en existe d'autres.

» Nous ne savons même pas démontrer que la sphère est la seule figure d'équilibre stable.

» Il faut, pour l'équilibre stable, que l'intégrale

$$W = \int \frac{d\tau\, d\tau'}{r}$$

atteigne un maximum. L'intégration doit être étendue à toutes les combinaisons de deux éléments $d\tau$ et $d\tau'$ du volume de la masse fluide, et r désigne la distance de ces deux éléments.

» Pour démontrer que la sphère est la seule figure d'équilibre stable, il faudrait donc établir qu'elle est la seule qui corresponde à un maximum relatif de W. On ne sait pas le faire, mais M. Liapounoff a dernièrement démontré, dans les *Mémoires de l'Université de Kharkow*, que la sphère correspond au maximum absolu de W.

» Je crois qu'il est possible de simplifier beaucoup la démonstration de M. Liapounoff, par l'introduction de considérations empruntées à l'Électrostatique, et c'est là l'objet de la présente Note.

» 1° Il faut d'abord démontrer que W est susceptible d'un maximum absolu; pour cela, je me bornerai à faire voir que, si l'on se donne le volume T de la figure, on peut trouver une limite supérieure de W. En effet, on a

$$W = \tfrac{1}{2}\int V\, d\tau,$$

V désignant le potentiel de la masse fluide par rapport au centre de gravité de l'élément $d\tau$.

» Or V est manifestement plus petit que le potentiel d'une sphère de volume T par rapport à son centre. On a donc

$$V < 2\pi R^2;$$

en posant $\frac{4}{3}\pi R^3 = T$, on en déduit

$$W < \pi R^2 T.$$

W a donc un maximum absolu. Nous nous contenterons de cet aperçu pour établir ce premier point, que M. Liapounoff avait laissé de côté.

» 2° Nous allons, avant de démontrer le théorème de M. Liapounoff, établir la proposition suivante :

» *De tous les conducteurs de même volume* T, *c'est la sphère qui a la plus petite capacité électrique.*

» Pour cela, je ferai voir d'abord que la capacité électrique C admet un minimum.

» Considérons, en effet, un conducteur quelconque de volume T et imaginons d'abord qu'une quantité d'électricité, égale à T, soit répandue uniformément à l'intérieur du volume du conducteur. L'énergie potentielle sera alors

$$W = \int \frac{d\tau\, d\tau'}{r}.$$

» Si maintenant cette quantité d'électricité T se met en état d'équilibre électrostatique à la surface du conducteur, cette énergie potentielle deviendra

$$\frac{T^2}{2C};$$

comme l'équilibre électrique est toujours stable, on devra avoir

$$W > \frac{T^2}{2C},$$

d'où

$$C > \frac{T^2}{2W} > \frac{T}{2\pi R^2}.$$

» Donc C admet une limite inférieure. C. Q. F. D.

» 3° Je dis maintenant que le minimum absolu de C correspond à la sphère. En effet, pour que C soit minimum, il faut d'abord que sa première variation soit nulle. Or, supposons que le conducteur se déforme infiniment peu, de façon que ζ soit la distance de deux points correspondants du conducteur avant et après la déformation, distance estimée suivant la normale. Si la charge du conducteur est M, et que ρ soit la densité électrique en un point de la surface du conducteur, la variation dC de la capacité sera donnée par la formule

$$\frac{M^2 dC}{C^2} = 4\pi \int \rho^2 \zeta\, d\omega,$$

l'intégrale étant étendue à tous les éléments $d\omega$ de la surface du conducteur. On a, d'autre part,

$$dT = \int \zeta \, d\omega.$$

» Il faut que, si la variation dT du volume est nulle, la variation dC le soit également. Pour cela, il faut et il suffit que ρ soit une constante, c'est-à-dire que la distribution électrique à la surface du conducteur soit uniforme. On ne sait pas s'il existe d'autre conducteur que la sphère satisfaisant à cette condition.

» Mais il nous suffira, pour notre objet, de comparer les capacités des conducteurs qui y satisfont et de montrer que celle de la sphère est la plus petite.

» Supposons que le conducteur subisse une déformation qui altère son volume. On aura, ρ étant une constante,

$$\frac{M^2 dC}{C^2} = 4\pi\rho^2 \int \zeta \, d\omega = 4\pi\rho^2 \, dT$$

ou bien

$$\frac{S^2 dC}{C^2} = 4\pi \, dT,$$

S désignant la surface totale du conducteur. Si le conducteur se déforme en restant semblable à lui-même, la capacité sera, par raison de similitude, proportionnelle à la racine cubique du volume, de sorte que l'on aura

$$\frac{dC}{C} = \frac{1}{3} \frac{dT}{T}.$$

» On en déduit

$$\frac{S^2}{C} = 12\pi T.$$

» Ainsi, pour tous les conducteurs à distribution uniforme, la capacité est proportionnelle au carré de la surface. Or, Steiner a démontré que, de toutes les figures de même volume, c'est la sphère qui a la plus petite surface; c'est donc elle qui a la plus petite capacité.

» 4° Je dis maintenant que la sphère correspond au maximum absolu de W. En effet, pour que W atteigne ce maximum, il faut d'abord que sa variation soit nulle quand la figure subit une déformation qui n'altère pas le volume. Or, la variation de W a pour expression

$$dW = \int V \zeta \, d\omega.$$

» Pour que cette variation soit nulle en même temps que dT, il faut et il suffit que V soit une constante en tous les points de la surface, ce qui a lieu pour les surfaces d'équilibre. Mais alors on a, pour une déformation qui altère le volume,

$$dW = V\,dT.$$

» Si l'on suppose, en particulier, que la figure se déforme en restant semblable à elle-même, W est proportionnel à la puissance $\frac{5}{3}$ de T. On a donc

$$\frac{dW}{W} = \frac{5}{3}\frac{dT}{T}$$

ou

$$W = \tfrac{3}{5}V.T.$$

» Mais l'attraction d'une figure d'équilibre sur un point extérieur est la même que celle d'une masse d'électricité égale à T, répandue à la surface de cette figure, regardée comme un conducteur; on a donc

$$V = \frac{T}{C}, \qquad W = \frac{3}{5}\frac{T^2}{C}.$$

» On voit ainsi que W est inversement proportionnel à C, et que la sphère, qui correspond au minimum de C, doit correspondre au maximum de W.

» 5° Dans le cas où la masse fluide est animée d'un mouvement de rotation de vitesse angulaire n, la condition d'équilibre c'est que $V + \frac{n^2\rho^2}{2}$ soit une constante en tous les points de la surface, ou que la première variation de $W + \frac{n^2 I}{2}$ soit nulle. Nous désignons par ρ la distance d'un point à l'axe de rotation, et par I le moment d'inertie. On trouve alors

$$W + \frac{n^2 I}{2} = \frac{3}{5}\left(V + \frac{n^2\rho^2}{2}\right)T. \text{ »}$$

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la fixation directe de l'azote gazeux de l'atmosphère par les terres végétales, avec le concours de la végétation;* par M. **Berthelot**.

« J'ai présenté à l'Académie, en novembre 1885 et en janvier 1886, dans la séance du 24 (p. 205), l'exposé de mes expériences, faites à la

station de Chimie végétale de Meudon, sur la fixation directe de l'azote gazeux atmosphérique par certains sols argileux et par certaines terres végétales, envisagés indépendamment de l'action de la végétation des plantes proprement dites. J'ai décrit les conditions et les résultats de ces expériences, dont les dernières ont été exécutées dans de grands pots, contenant chacun 50^{kg} de terre environ, de façon à fournir à la plante un milieu assez étendu pour se prêter à une végétation accomplie jusqu'au bout, dans des conditions normales. Cependant ce milieu était assez étroit pour permettre l'analyse complète de tous les produits, et pour écarter l'intervention illimitée des substances susceptibles d'être apportées par les lavages et les infiltrations, lorsqu'on opère sur le sol des champs.

» Je vais rapporter aujourd'hui les expériences parallèles et simultanées, faites avec le concours de la végétation, à l'air libre, et dans les conditions mêmes du développement naturel des plantes.

» Pot n° 6 : *Terre n'ayant subi aucun traitement, exposée à l'air libre et à la pluie, au milieu d'une prairie.* On y a fait développer des pieds d'*Amarantus pyramidalis.*

» Quatre éléments interviennent ici : l'azote de la terre, l'azote de la plante, l'azote de la pluie, l'azote de l'ammoniaque atmosphérique. Établissons les résultats fournis par le dosage de ces quatre éléments.

» 1° *Azote de la terre.* — La terre contenait au début (24 mai 1886) :

Azote initial (chaux sodée), sur 50^{kg} de terre sèche....	53,7	$54^{gr},09$
Azote nitrique....	0,389	

» Elle renfermait à la fin :

Azote final....	56,50	$56^{gr},54$
Azote nitrique....	0,037	

» L'abaissement du taux des nitrates est dû en partie à la végétation, en partie aux fortes pluies de la saison, qui les ont entraînés dans les eaux de lavage (*voir* plus loin).

» 2° *Azote des plantes.* — On a repiqué dans le pot, le 24 mai, 20 pieds d'Amarante pyramidal, semés sous châssis : 1 pied pesait en moyenne, à l'état humide, $3^{gr},94$; sec, $0^{gr},552$. L'azote initial contenu dans ces 20 pieds s'élevait à $0^{gr},287$; l'azote nitrique, $0^{gr},062$; en tout, $0^{gr},349$ [1].

---

[1] Ce chiffre est un maximum : la chaux sodée réduisant une partie de l'azote nitrique.

» Le 24 juin, on a prélevé 11 pieds d'Amarante, pesant $69^{gr},85$ à l'état humide; $12^{gr},489$ à l'état sec, soit $1^{gr},135$ par pied moyen.

» L'azote contenu dans ces 11 pieds s'élevait à $0^{gr},2997$; l'azote nitrique à $0^{gr},0035$: total, $0^{gr},303$.

» Le 15 juillet, on a prélevé 7 pieds; pesant à l'état humide $128^{gr},20$; à l'état sec, $42^{gr},934$; soit $6^{gr},133$ par pied moyen.

» L'azote contenu dans ces 7 pieds s'élevait à $1^{gr},0304$; l'azote nitrique à $0^{gr},0015$; total, $1^{gr},032$.

» Le 7 septembre, on a pris l'un des 2 pieds restants; il pesait à l'état humide $82^{gr},55$; à l'état sec, $21^{gr},07$.

» Il contenait : azote, $0^{gr},4635$; azote nitrique, $0^{gr},0012$; total, $0^{gr},465$.

» Le 9 octobre, on a pris le dernier pied, qui pesait $123^{gr},00$ à l'état humide; et à l'état sec, $33^{gr},43$.

» Il contenait : azote, $0^{gr},4346$; azote nitrique, $0^{gr},0003$; total, $0^{gr},435$.

» Les chiffres ci-dessus montrent que le développement de la plante a eu lieu régulièrement; la masse de terre étant suffisante, la plante a grandi jusqu'à près d'un mètre de hauteur; elle a fleuri et fructifié, et son poids (sec) s'est élevé graduellement de $0^{gr},552$ à $33^{gr},43$. Quant aux nitrates, tant dans le sol que dans la plante, ils ont été éliminés à mesure, par l'effet des pluies incessantes et considérables, survenues pendant la saison de 1886, lesquelles ont dépouillé la terre environnante de ce sel, entraîné au dehors dans les eaux de drainage, d'après la disposition même de mes appareils. Je signale cette élimination pour ne rien omettre; mais elle n'a pas d'importance quant au résultat final, car elle donne lieu à une perte et non à un gain d'azote.

» Il résulte des données précédentes que l'azote initial des Amarantes s'élevait à $0^{gr},35$. L'azote total dans ces plantes, c'est-à-dire dans les pieds arrachés et analysés au cours de la végétation, s'est élevé à

$$0^{gr},303 + 1^{gr},032 + 0^{gr},465 + 0^{gr},435 = 2^{gr},335.$$

Les plantes ont donc gagné en tout $1^{gr},885$ d'azote.

» 3° *Azote ammoniacal apporté sous forme gazeuse par l'atmosphère, indépendamment des pluies.* — Cet azote a été déterminé sur le même point de la prairie, par une expérience comparative et simultanée, faite au moyen de l'acide sulfurique étendu, occupant une surface donnée; ce qui donne assurément un chiffre supérieur à l'absorption opérée par la terre (voir ce Volume, p. 206). Rapporté à la surface de la terre du pot, il s'élèverait

(au maximum) à $0^{gr},048$. Il est difficile d'évaluer exactement l'influence de la surface des plantes qui ont poussé dans ce pot; mais la surface de quelques pieds d'Amarantes, quelle qu'elle soit, ne saurait être qu'une faible fraction de celle des 1661^{cmq} de la terre du pot.

» 4° *Azote des eaux pluviales.* — L'azote apporté par la pluie, pendant la durée de la végétation (du 24 mai au 20 novembre), d'après les dosages faits sur l'eau récoltée dans un udomètre placé à côté et de surface connue, s'est élevé dans le pot n° 6 aux chiffres suivants :

Azote ammoniacal	$0^{gr},0523$
Azote nitrique	$0^{gr},0012$
	$0^{gr},0535$

» D'autre part, on a récolté tous les jours de pluie l'eau qui avait traversé la terre, et l'on y a dosé chaque fois l'azote nitrique : ce qui a donné en tout $0^{gr},4027$. L'azote ammoniacal n'a pas été dosé, non plus que l'azote organique; mais des essais comparatifs montrent que la dose (x) en était faible. En définitive, les eaux pluviales, en traversant la terre, lui ont enlevé $0^{gr},4027 + x - 0,0535 = 0^{gr},349 + x$ d'azote.

» Les longues et patientes déterminations que je viens de résumer fournissent toutes les données nécessaires pour établir l'équation de l'azote, dans le cours de la végétation de la plante, sur laquelle l'expérience a été instituée. On a en effet le bilan suivant :

	gr		gr
Azote initial de la terre	54,09	Azote final de la terre	56,54
Azote apporté par la pluie	0,053	Azote entraîné par les eaux qui ont traversé la terre (minimum)	0,403
Azote apporté par l'ammoniaque atmosphérique, au plus	0,048	Azote fixé sur les plantes	2,235
Azote apporté par les pieds d'Amarante	0,35	Somme	$59^{gr},18$
Somme	$54^{gr},54$		

» Il y a donc eu en définitive fixation de $4^{gr},64$ d'azote et le gain final s'est réparti à peu près également entre la terre et les plantes.

» Voici deux autres expériences, qui conduisent à la même conclusion : je les exposerai plus sommairement.

Pot n° 2 : *Terre lavée jusqu'à épuisement des nitrates initials, exposée à l'air libre et à la pluie.* On y a fait développer des pieds d'Amarante.

» 1° *Azote de la terre :*

Azote initial (24 mai), par 50kg sec		54gr,60	
Azote final (20 novembre)		60,50	60gr,53
Azote nitrique (1)		0,033	

» 2° *Azote des plantes :*

20 pieds d'Amarante au début.	Azote	0,287	0gr,349
	Azote nitrique	0,062	

» La végétation a été dirigée comme pour le pot n° 6 et les prélèvements faits aux mêmes époques. Le résultat final a été le suivant :

Azote final	1,870	1gr,8735
Azote nitrique	0,0035	

Gain : 1gr,873 — 0,349 = 1gr,524.

» 3° *Azote ammoniacal* apporté sous forme gazeuse : 0gr,048.

» 4° *Azote des eaux pluviales :*

Apporté 0gr,051

Azote nitrique entraîné par les eaux qui ont traversé le sol 0gr,230

Bilan.

Azote initial de la terre	54,600		
Azote apporté par la pluie	0,051		
Azote apporté par l'ammoniaque atmosphérique, au plus	0,048	Azote final de la terre	60,53
		Azote entraîné par les eaux	0,23
Azote apporté par les plantes	0,349	Azote fixé sur les plantes	1,87
	55gr,048		62gr,63

Gain définitif .... 7gr,58 d'azote.

» Pot n° 4. — Conditions toutes semblables à celle du n° 2.

» Les résultats obtenus ont été sensiblement les mêmes; à cela près que les plantes ont fixé 2gr,076 d'azote, au lieu de 1gr,87.

» En résumé, dans ces expériences, il y a eu fixation d'azote en proportion considérable : sur les sables et sols argileux, aussi bien que sur la terre végétale proprement dite, lorsque j'ai opéré en l'absence de la végétation; sur la terre et la plante réunies, lorsque j'ai opéré en présence de la végétation.

---

(1) La terre a été lavée par des pluies abondantes.

» Sur ce dernier point, M. Joulie était arrivé à la même conclusion dans les expériences qu'il a publiées, il y a deux ans, à l'occasion de celles que je venais de présenter à l'Académie; mais il n'avait pas fait d'essais comparatifs sur la terre elle-même, source véritable de la fixation de l'azote.

» Dans les expériences actuelles, la fixation de l'azote avec le concours de la végétation s'est élevée à $4^{gr}, 64$ et $7^{gr}, 58$; au lieu de $12^{gr}, 7$ et $23^{gr}, 15$, poids observés avec la terre seule, dans les deux essais comparatifs et simultanés. Il semble donc que la végétation ait consommé une portion de l'azote fixé par la terre; la vie des plantes supérieures, de même que celle des animaux, donnant lieu à une déperdition incessante de l'azote combiné.

» Dès 1883 et 1884, j'étais parvenu à la même conclusion, lors de mes premières séries d'essais sur la végétation du blé, de la vesce, du cresson alénois, de la roquette, de la lentille et du seneçon, dans les mêmes sables argileux jaune et blanc, sur lesquels j'ai observé la fixation directe de l'azote atmosphérique. L'espace me manque pour reproduire ici ces séries de déterminations, moins concluantes d'ailleurs que les présentes, parce que la végétation dans ces sols presque stériles était demeurée languissante; tandis qu'elle s'est parfaitement accomplie dans les expériences présentes.

» Sans méconnaître la nécessité de données plus multipliées, pour établir absolument que les plantes elles-mêmes ne fixent pas l'azote libre, mais au contraire mettent en liberté l'azote combiné; je dois insister sur ce fait, acquis par mes expériences, à savoir que la fixation de l'azote libre de l'atmosphère s'opère par la terre végétale, laquelle est très probablement l'intermédiaire principal de la fixation de l'azote libre dans les tissus des êtres supérieurs. On s'expliquerait dès lors comment la culture intensive affaiblit la richesse de la terre, en épuisant les réserves d'azote et autres éléments actifs contenus dans le sol, plus rapidement qu'elles n'y sont rétablies par les actions naturelles. Dans le cours de la végétation spontanée, au contraire, la richesse du sol en azote tend à s'accroître peu à peu; du moins jusqu'à une certaine limite, où l'équilibre s'établit entre les causes de fixation et les causes de mise en liberté de cet élément. C'est à un tel état qu'il faudrait tendre à ramener la végétation agricole, si l'on n'avait la ressource de faire intervenir les engrais et de compenser ainsi les pertes incessantes produites par cette culture intensive, que réclament impérieusement les conditions économiques de nos sociétés modernes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les grands mouvements de l'atmosphère et sur la seconde Note de M.* Mascart (28 février); par M. **Faye.**

« M. Mascart ayant déclaré qu'il n'avait aucune théorie à défendre, je comprends qu'il ne tienne pas à continuer cette discussion. Il n'en est plus de même pour moi qui soutiens, depuis une quinzaine d'années, une véritable lutte contre les théories régnantes. Mon but n'est pas de ceux qu'on puisse abandonner. Je tiens à ce qu'on n'admette plus à la fois, en Météorologie, deux choses absolument contradictoires, à savoir que les tempêtes sont dues à une aspiration centripète qui se dessinerait en bas dans des couches d'air immobiles, et que, néanmoins, elles marchent à grande vitesse, franchissant les mers et les continents, dans des trajectoires indépendantes des circonstances locales. Je voudrais faire prévaloir l'idée que les tempêtes puisent leur force dans les courants supérieurs, là où il y a de la force vive susceptible de produire des gyrations qui marchent, et non au ras du sol où il n'y en a point ([1]). Je tiens à substituer une circulation rationnelle de l'air au système étrange des cyclones et des prétendus anticyclones, les premiers pompant l'air en bas pour le déverser, 10 000^m ou 12 000^m plus haut, dans les seconds, chargés de les ramener au point de départ. Je voudrais, en un mot, replacer la partie dynamique de la Météorologie sur ses pieds et la débarrasser d'une fausse conception qui fait obstacle au progrès. Si donc je n'ai plus l'avantage de discuter avec M. Mascart, je continue à m'adresser à tous les météorologistes qui voudront bien suivre mes arguments.

» Avant tout, je dois éviter qu'on se méprenne sur les idées que je soutiens. Je me hâte donc de dire à l'Académie que je n'ai jamais prétendu qu'on dût se priver des observations barométriques pour étudier un cyclone et déterminer son centre. Notre savant Confrère M. Mascart ne m'a pas bien compris (p. 550). J'ai dit seulement que les auteurs des premières recherches sur les lois des tempêtes ne se sont pas servis de ces observations. Pour déterminer le centre d'un ouragan, ils employaient les flèches

---

([1]) Il n'y a en bas, pour l'air aspiré vers un centre, qu'une cause de giration insignifiante, et pas la moindre cause de translation.

de vent observées en mer par les navigateurs. En voici un exemple pris dans l'océan Indien :

» Je prendrai, dit M. Bridet ([1]), la Carte des deux îles (Maurice et la Réunion) et je placerai, suivant leur longitude, les vingt-deux navires dans les journaux desquels j'ai copié textuellement les renseignements qui précèdent, en indiquant par des flèches la direction des vents qu'ils ressentaient les uns et les autres, le même jour et à la même heure, le 26 février 1860 à midi.

» Si, par chacune des positions de ces navires, on élève des perpendiculaires à la direction des flèches, on remarque qu'elles convergent et se rencontrent à peu près au même point qui est celui occupé par le *Veaune*.

» Si, de ce point comme centre, on décrit des circonférences passant par tous ces navires, on remarquera :

» 1° Que toutes les directions des vents perçus étant tangentes à ces circonférences, tous les points situés sur un même rayon doivent y trouver des vents de la même direction. C'est ce qui arrive, en effet, pour les navires 1 et 2, qui éprouvent des vents de sud-est; 6, 7, 8, 9, qui ressentent des vents d'est; 20 et 21 des vents du nord, etc.

» 2° Que, pour le même diamètre, deux vents directement opposés se font sentir sur chacun des rayons de ce diamètre....

» Nous pouvons aussi constater, dès à présent, quelle étendue occupent ces terribles fléaux. Du centre où le calme existe, au *Catinat*, qui ressent une bourrasque assez forte du nord-est, il y a 360 milles, et l'*Estafette*, à la même distance, mais dans une direction tout opposée, éprouve une forte brise d'ouest.

» En examinant attentivement la *fig.* 1, en voyant ces circonférences ayant toutes même centre, en remarquant la direction de toutes ces flèches tangentes aux circonférences décrites, en pensant que j'aurais pu traiter de même la position des quarante-deux navires dont j'ai les journaux entre les mains et qui tous se trouvaient englobés dans cette perturbation atmosphérique, il n'est plus permis d'avoir un doute sur sa nature et sur sa forme.

» Cet ouragan était donc un véritable tourbillon, etc....

» Ce qui résulte des travaux de ce genre, c'est cette règle pratique de M. Buys-Ballot, toujours vérifiée de très près dans les cyclones non déformés, à savoir que le centre d'un cyclone est invariablement *à droite*, si l'on fait face au vent (hémisphère boréal), et *à gauche* sur l'hémisphère austral.

» De là aussi la distinction familière aux marins entre le bord maniable et le bord dangereux d'un cyclone, distinction qui résulte nécessairement de ce que la gyration est animée d'une translation rapide.

» Aujourd'hui on étudie ces phénomènes sur nos continents à l'aide des

---

([1]) Cf. Bridet, *Étude sur les Ouragans de l'hémisphère austral*, p. 7.

cartes synoptiques où l'on trace à la fois les courbes d'égale pression et les flèches du vent. Les deux procédés donneraient la même chose dans les basses latitudes. Là les isobares forment des courbes sensiblement circulaires, autour de la dépression centrale. Mais, à mesure que le cyclone se dilate en se rapprochant des hautes latitudes, ces courbes se déforment et s'allongent. Le mouvement giratoire n'en existe pas moins, et, si la déformation s'exagère, le mouvement giratoire tend à rétablir sa forme circulaire en s'étranglant, en se coupant en deux, de manière à former parfois des cyclones indépendants, se suivant sur la même trajectoire.

» Une preuve bien frappante que tout mouvement giratoire est effectivement circulaire à son origine, c'est la figure géométrique de ces tornados que j'ai étudiés en détail dans l'*Annuaire* de l'an passé. Là il n'y a pas même moyen d'élever un doute. On ne voit pas un cyclone, mais on voit parfaitement un tornado grâce à son enveloppe nuageuse que la vue embrasse en entier. Or cette enveloppe, sous laquelle se cachent les spires descendantes d'un tourbillon d'air très violent, affecte invariablement une figure de révolution cylindro-conique semblable à celle des tourbillons de nos rivières. Toutes les allures que nous venons de constater sur les cyclones non encore déformés se retrouvent d'ailleurs dans ces tornados, y compris le bord maniable et le bord dangereux.

» Le cyclone des îles Maurice et la Réunion, par 19° de latitude sud, que je viens de citer d'après le commandant Bridet, et tant d'autres plus anciennement étudiés par les mêmes procédés sur l'hémisphère boréal par Redfield, ou sur l'hémisphère austral par Piddington, conduisent tous aux mêmes conséquences. Aujourd'hui même, les météorologistes partisans des théories actuelles reconnaissent cette circularité très approchée des cyclones tropicaux, témoin ce passage du Traité de Météorologie de M. Mohn (trad. française, p. 380-381), qui ne laisse place à aucun doute :

« Dans la partie intérieure d'un cyclone (tropical), le vent souffle presque circulairement autour du centre, les isobares forment à peu près des cercles, et les trajectoires du vent ou des molécules de l'air coïncident plus ou moins avec les isobares.

» Les trajectoires du vent sont donc très courbes à l'intérieur d'un cyclone, ce qui, joint à la grande vitesse de l'air, produit une force centrifuge extrêmement grande, laquelle fait dévier la direction des molécules d'air à droite dans l'hémisphère boréal et à gauche dans l'hémisphère austral. C'est par suite de cette force centrifuge énorme que le vent ne se dirige pas vers le centre du tourbillon, la déviation à droite ou à gauche (dues à la rotation de la Terre) étant tout à fait insignifiante par les basses latitudes tropicales, et que la direction du vent s'écarte de celle du gradient baromé-

trique, au point de former avec celui-ci un angle presque droit. Le mouvement de l'air vers le centre est extrêmement faible, bien qu'il ne soit pas annulé, etc. »

» On remarquera que, dans la théorie de l'aspiration, la cause première, productrice du phénomène, est la composante centripète, en sorte que, justement dans ces cyclones tropicaux, l'air devrait se mouvoir presque en ligne droite vers le centre, la seule cause de déviation étant déclarée insignifiante. Je ne me charge pas d'expliquer le raisonnement par lequel l'auteur fait décrire à l'air, au moyen de la force centrifuge, des circonférences concentriques presque exactes : il me suffit qu'il reconnaisse le fait, et j'ajoute que, s'il parle encore d'un mouvement vers le centre extrêmement faible, c'est sur la seule indication de sa théorie, attendu que l'observation ne serait pas en état de la dévoiler; mais je l'ai cité pour montrer que M. Mascart n'est pas fondé à dire, dans sa dernière Note, que la théorie de M. Faye conduit à une conséquence contraire aux faits les mieux observés depuis trente ans, même sous les tropiques ([1]). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les effets magnétiques des tremblements de terre.* Note de M. **Mascart.**

« J'ai dit, dans la dernière séance, que les effets observés aux enregistreurs magnétiques de Paris, Lyon et Perpignan ne s'étaient pas fait sentir dans l'ouest de la France. Un examen plus attentif des courbes de l'observatoire de Nantes, que M. Larocque a eu l'obligeance de m'envoyer, montre au contraire que les mêmes oscillations s'y sont produites, quoique beaucoup plus faibles. Toutefois l'appareil n'est pas encore muni d'un indicateur électrique du temps, de sorte que nous ne pouvons pas préciser l'heure avec une exactitude suffisante. Le même effet a été constaté à l'observatoire de Bruxelles, par M. Lancaster.

» D'autre part, M. Moureaux a reconnu que la courbe de l'enregistreur du Parc Saint-Maur, relative au 25 décembre 1884, porte les traces mani-

---

([1]) Je profiterai de cette Note pour indiquer une légère correction à celle du 28 février. Remplacez les lignes 16-18 de la page 545 par celles-ci : On ne donne pas les dimensions de ce lac, mais, à moins de le réduire à un petit étang, une tranche d'eau de 1^{m} de profondeur doit y représenter bien des milliers de mètres cubes.

Page 547, ligne 2, en remontant : au lieu de *seulement,* lisez justement.

festes d'une oscillation analogue à celle du 23 février. Cette oscillation, qui correspond au tremblement de terre de l'Andalousie, s'est produite vers $9^h 24^m$, avec une erreur possible de plusieurs minutes, parce que les contacts électriques du temps n'étaient pas encore installés.

» Le phénomène paraît ainsi plus général, et nous espérons, par une enquête étendue auprès des observatoires étrangers, qu'il sera possible d'en préciser davantage les conditions. »

MAGNÉTISME. — *Sur la détermination des pôles dans les aimants;* par M. **Mascart**.

« On sait, depuis les travaux d'Ampère, que l'action extérieure d'un aimant équivaut à celle de deux couches magnétiques, de masses égales et de signes contraires, distribuées sur sa surface suivant une certaine loi. La distribution du magnétisme, c'est-à-dire la densité en chaque point des couches fictives superficielles, est définie quand on connaît les forces extérieures, mais par des fonctions très complexes qui n'ont été encore résolues dans aucun cas particulier.

» Les méthodes généralement employées ne donnent que la composante du champ extérieur perpendiculaire à la surface de l'aimant; or il n'existe aucune relation simple entre cette composante et la densité de la couche fictive au point le plus voisin.

» La détermination des pôles par la résultante des forces normales est aussi illusoire, et les autres méthodes proposées impliquent toujours quelque hypothèse sur l'état magnétique des barreaux. La méthode suivante me paraît à l'abri de toute objection.

» Considérons, par exemple, un barreau cylindrique. En désignant par m la masse totale de magnétisme située sur une des moitiés de l'aimant, le flux de force émis par la couche fictive correspondante est $4\pi m$; appelons aussi f l'action moyenne des deux couches sur la section médiane s du barreau. Si l'on entoure le milieu de l'aimant par une bobine de n tours reliée avec un galvanomètre balistique et qu'on enlève brusquement cette bobine jusqu'à une grande distance de l'aimant, la décharge induite est proportionnelle au flux de force coupé par la bobine, c'est-à-dire

$$n(4\pi m - fs) = 4\pi nm\left(1 - \frac{fs}{4\pi m}\right).$$

» On voit aisément que, pour des barreaux qui ne sont pas très courts, la parenthèse de la dernière expression ne diffère pas sensiblement de l'unité; dans tous les cas, on peut calculer le terme de correction avec une approximation suffisante.

» Cette première expérience permet donc de calculer la quantité de magnétisme m; en mesurant ensuite le moment magnétique mL du barreau par un procédé quelconque, on en déduira la longueur magnétique L et, par suite, la position des pôles.

» Ce moment magnétique peut être déterminé par une méthode d'induction en employant le même galvanomètre balistique et le même circuit, de manière à éliminer toutes les constantes du galvanomètre.

» Pour cela, on place le barreau au milieu d'une longue bobine cylindrique ayant n_1 spires par unité de longueur. Si l'on appelle S la section de la bobine, $\pm$V les potentiels moyens de l'aimant sur les bases de la bobine, la décharge induite dans le galvanomètre, quand on enlève l'aimant, est proportionnelle à l'expression [1]

$$4\pi n_1 mL - 2n_1 VS = 4\pi n_1 mL\left(1 - \frac{VS}{2\pi mL}\right).$$

Il suffit de donner à la bobine une assez grande longueur pour que le terme de correction compris dans les parenthèses soit facile à calculer, ou même rendu négligeable.

» Les angles d'impulsion θ et θ' du galvanomètre dans les deux cas étant proportionnels aux décharges, il reste simplement, en faisant abstraction des termes de correction,

$$\frac{\theta'}{\theta} = \frac{4\pi n_1 mL}{4\pi nm} = \frac{n_1}{n}L,$$

$$L = \frac{n}{n_1}\frac{\theta'}{\theta}.$$

» On peut même choisir les nombres de tours n et n_1 de telle façon que les angles θ et θ' diffèrent très peu l'un de l'autre et éliminer ainsi les corrections relatives au galvanomètre balistique.

» Je reviendrai plus tard sur les résultats fournis par cette méthode. »

---

[1] *Voir* Mascart et Joubert, *Leçons sur l'électricité et le magnétisme*, t. II, p. 700.

BOTANIQUE. — *Des propriétés nutritives du latex et de l'appareil aquifère des* Calophyllum *de M.* Vesque; par M. A. Trécul.

« M. Vesque commence sa réponse à ma Communication du 3 janvier en se félicitant de se trouver si complètement d'accord avec moi en ce qui concerne l'organisation anatomique de l'appareil en question, ce qu'il appelle *appareil aquifère*. Mais il déclare que nous différons d'opinion sur le rôle physiologique des trachéides ou vaisseaux qui le constituent. Au lieu de considérer ces trachéides, ainsi que je le fais, comme mettant le système vasculaire en rapport avec les canaux laticifères, il refuse au rapprochement des deux sortes d'organes toute signification physiologique, et ne tient aucun compte de leur contact pourtant si intime. Mais, dans cette deuxième Note, il transforme complètement l'avis qu'il a émis dans la première. En écrivant sa Note du 13 décembre, il était si frappé de la disposition des trachéides, qui enveloppent en grande partie le canal sécréteur ou laticifère, qu'il a considéré leur ensemble comme constituant un appareil particulier, auquel il a donné le nom d'*appareil aquifère*. Après ma Communication, M. Vesque change de manière de voir. Dans sa Note du 31 janvier, cet appareil aquifère ne serait plus qu'une partie, l'extrémité de ce qu'il appelle les *réservoirs vasiformes*, *réservoirs d'eau* de la plante (le système vasculaire en général).

» Il m'était donc permis, dit-il, de me servir d'une expression un peu brève pour le cas particulier du *Calophyllum*. »

» Rappelons les textes de la première Note, et l'on verra que l'*appareil aquifère* y est nettement délimité, clairement distingué des autres parties du système vasculaire de la feuille. Voici ce que dit l'auteur :

» L'appareil aquifère très particulier de ces plantes se relie intimement à ces derniers canaux sécréteurs. *Il consiste essentiellement* en larges trachéides spiralées et déroulables, terminées obliquement ou en pointe, qui se groupent en nombre variable suivant un arc de 1 — 4 assises, embrassant la partie inférieure et les côtés du canal sécréteur. Plus rarement elles sont *toutes réunies* en un fascicule entièrement situé au-dessous de la glande (*C. trapezifolium*, *C. Thwaitesii*); plus rarement encore sur les côtés et au-dessus (*C. Pseudotacamahaca*), de manière à en enfermer la partie supérieure (du laticifère). »

» Voilà bien la description complète de l'appareil aquifère.

« Cet appareil, qui ne fait défaut à aucun *Calophyllum*, communique *avec les*

faisceaux des nervures secondaires par de *courts fascicules*, comprenant quelques trachéides étroites et des fibres mécaniques..... »

» Puisque cet appareil est mis en communication avec les nervures secondaires par des fascicules de trachéides étroites, il est bien clair que ces *nervures secondaires* et ces *fascicules*, qui traversent obliquement les parenchymes, ne font pas partie de l'appareil aquifère. Donc ce n'est pas, dans la première Note, tout le système vasculaire (ou des réservoirs vasiformes) que M. Vesque a désigné par ce terme *appareil aquifère*.

» Et plus loin :

» On peut considérer cet appareil comme une hypertrophie *des dernières ramifications* du système libéro-ligneux, et dont le liber serait éteint. . . . »

» Par conséquent, il ne resterait, pour constituer l'appareil aquifère, que les trachéides réparties à la surface du canal sécréteur ou laticifère. Et plus loin encore :

» Quoi qu'il en soit, les réservoirs (à eau, c'est-à-dire l'appareil aquifère) *s'étendent jusqu'à la nervure médiane,* d'où ils reçoivent quelquefois des *fascicules de même nature* et de même volume que les branches anastomotiques décrites ci-dessus. »

» Donc, encore une fois, ces branches anastomotiques ne font pas partie de l'appareil aquifère, non plus que les nervures secondaires et la nervure médiane. Il est bien évident que l'appareil aquifère est seulement constitué par les trachéides appliquées sur le canal sécréteur. Enfin, M. Vesque dit encore :

» Je ne connais aucun autre exemple d'une disposition semblable de trachéides évidemment destinées à emmagasiner de l'eau. »

» L'argumentation contenue dans la deuxième Note de M. Vesque, pour justifier la nouvelle définition de son appareil aquifère, tombe devant ces citations. Examinons maintenant les objections qu'il fait au rôle physiologique que j'attribue aux organes dont il s'agit.

Première objection opposée par M. Vesque.

» Je ne tiens aucun compte, dit-il, du rapprochement entre l'appareil trachéen et le canal sécréteur. . . . Je persiste à refuser toute signification physiologique au rapprochement des appareils aquifères des *Calophyllum* et des canaux sécréteurs. »

» Cela est dit, il me semble, avec beaucoup trop d'assurance. Un fait des plus intéressants, que l'on a constaté sur vingt-trois espèces, ne mérite pas tant de dédain. Puisqu'il existe un contact si intime entre les trachéides

et les canaux sécréteurs, c'est que ces trachéides apportent ou reçoivent quelque chose. Ainsi que je l'ai dit, dès 1865, mon opinion est qu'elles reçoivent quelque chose des canaux laticifères.

» Pourquoi, continue M. Vesque, les *Calophyllum* seuls, dans la famille des Guttifères, auraient-ils le privilège d'nne circulation du liquide sécrété ? »

» C'est là une objection que je me suis faite, il y a trente ans, pour les laticifères en général, et à laquelle répondent les faits contenus dans ma précédente Communication. D'ailleurs, cette objection peut être retournée contre M. Vesque lui-même. On peut lui demander pourquoi son appareil dit *aquifère* existerait seulement chez les *Calophyllum* et non dans les autres plantes de la famille ? — Il dit encore :

» Sa position (du canal sécréteur) est d'ordre morphologique et *peut être influencée par des raisons mécaniques*. Elle peut donc trouver sa raison d'être, chez les *Calophyllum*, dans la nervation particulière de ces plantes. »

» Mais, c'est le contraire qui est vrai. C'est la nervation qui est influencée par la présence des canaux laticifères entre les nervures secondaires parallèles. La disposition des fascicules transverses et des trachéides qui revêtent le canal n'est telle qu'afin de mettre celui-ci en rapport avec ces nervures secondaires parallèles et avec la nervure médiane.

Deuxième objection de M. Vesque.

» Le liquide contenu dans les trachéides n'est pas de l'eau proprement dite. »

» Ceci, loin d'être une objection, confirme mon assertion. Ce n'est donc pas *appareil aquifère, réservoir d'eau* qu'il fallait dire, c'est réservoir à suc ou à sève. Mais il n'y a là aucun emmagasinement. Rien n'est mis en réserve. Tout semble disposé pour être immédiatement utilisé.

» M. Vesque ne nie pas l'écoulement de l'émulsion (latex) dans les trachéides, mais il le considère comme accidentel. Il ajoute plus loin :

» Dès lors, le contenu d'un laticifère ou d'un canal sécréteur, en supposant ce dernier immédiatement contigu, après destruction ou refoulement des cellules sécrétrices, doit pénétrer facilement dans ces espaces vides (les trachéides, qu'il suppose vidées), soit par filtration, soit, etc.... »

» Puisque la possibilité de la filtration à travers les membranes est admise par M. Vesque, pourquoi n'aurait-elle pas lieu naturellement, quand tout est si bien disposé pour que cela arrive? Il ne faut pas perdre de vue que j'ai cité des laticifères qui se vident (*Convolvulacées*, *Euphorbes*, etc.) et des canaux gommeux (*Balantium antarcticum*, *Alsophila aculeata*, etc.).

Le beau latex jaune rougeâtre du *Macleya cordata* disparaît du bas en haut de la tige. Dans la jeunesse, il y en a dans toute la hauteur de la plante; dans un âge avancé, on peut n'en plus trouver que dans les péricarpes. Puisque le latex peut abandonner les laticifères, on a donc beaucoup de raison de penser que, dans les plantes où les vaisseaux trachéens et les laticifères sont en contact, et surtout où ils sont aussi bien disposés autour et au contact des canaux sécréteurs que dans la feuille des *Calophyllum*, le latex ou ses parties solubles puissent passer dans les trachéides. Il est tout au moins bien téméraire de dire : « *Je persiste à refuser toute signification physiologique au rapprochement des appareils aquifères des* Calophyllum *et des canaux sécréteurs.* »

» Ici se présente une autre question physiologique du plus haut intérêt. M. Vesque ne croit pas *à une action des trachéides sur leur contenu*, par la raison que les trachéides sont des *cellules mortes*, incapables de tout rôle autre que purement physique. Les trachéides sont-elles réellement des cellules mortes? Le fait est que certains botanistes regardent aujourd'hui comme mortes les cellules vasculaires et les fibres, qui ne contiennent plus de protoplasma comme dans leur jeunesse, et qui n'ont plus la faculté de se multiplier. Cela, cependant, ne prouve pas qu'elles soient mortes. Ne serait-il pas bien surprenant qu'elles mourussent à l'époque même à laquelle elles arrivent à leur plus grande perfection? Je suis convaincu qu'elles vivent par leur membrane et que celle-ci n'est point inerte comme le suppose M. Vesque. Si elles étaient mortes, elles se comporteraient comme tous les êtres organisés qui ne sont plus sous l'influence de la vie; elles se décomposeraient. Or, dans un milieu toujours humide, elles subsistent dans l'aubier de nos arbres dicotylédonés et ailleurs pendant un grand nombre d'années, sans rien perdre de leur fraîcheur, sans changer d'aspect. Non, ni les cellules vasculaires ni les fibres dites *mécaniques* ne sont mortes dans les feuilles ou dans l'aubier, etc.

» Les juger mortes parce qu'elles ne contiennent plus de protoplasma, c'est une déduction *a priori* que l'expérience n'a pas démontrée. On les dit *mortes*, sans doute parce que l'on suppose qu'elles ne peuvent plus se nourrir. Mais elles peuvent avoir trois sources d'alimentation : la sève qui monte dans l'aubier n'est pas dépourvue de toute matière nutritive; l'amidon des cellules du parenchyme de l'aubier est vraisemblablement produit pour subvenir aux besoins des parties voisines, des fibres et des vaisseaux par conséquent. Ne peuvent-elles pas recevoir aussi des aliments de l'écorce par l'intermédiaire des rayons médullaires, qui eux-mêmes sont très amylifères?

» Pour tâcher de convaincre les contradicteurs de l'opinion que je soutiens, je vais comparer l'état des laticifères pourvus d'une membrane à celui des fibres et des vaisseaux.

» Si les membranes qui constituent ces fibres et ces vaisseaux étaient mortes parce qu'elles ne contiennent plus de protoplasma, les membranes des laticifères devraient être mortes aussi, puisqu'elles seraient remplies, au dire de mes contradicteurs, non de protoplasma, mais de matières inertes, impropres à la nutrition, inutiles à la plante. Il n'en est pourtant point ainsi, car les laticifères pourvus d'une membrane témoignent très souvent d'une végétation très active. Chez les uns, les membranes des cellules constituantes primitives disparaissent et sont remplacées par un tube membraneux continu. Chez d'autres, le tube ainsi formé émet latéralement des rameaux qui s'insinuent entre ou à travers les cellules du parenchyme environnant, et vont s'unir et se fusionner avec l'extrémité d'autres rameaux semblables d'un autre laticifère voisin ou parfois assez éloigné. J'ai mesuré de tels rameaux unissant deux laticifères du *Tragopogon pratenes*, distants de $1^{mm},15$. Ce qui ajoute à l'intérêt de ces rameaux dans les *Argemone*, *Tragopogon* et les autres plantes citées ici, c'est que cette végétation s'accomplit le plus activement à la périphérie des racines. A la surface de celles du *Podostemum laciniatum* et du *Lactuca Scariola*, les laticifères produisent quelquefois un si grand nombre de rameaux qu'ils se touchent latéralement. Ne peut-on pas croire que, s'ils sont si nombreux à la surface de ces racines, c'est qu'ils prennent aux cellules qui vont mourir les matériaux utilisables qu'elles contiennent? Les exemples d'une telle ramification pourraient être multipliés. De l'union de tels laticifères, d'abord composés de séries de cellules, qui se fusionnent ensuite, résultent très souvent les plus beaux réseaux. Une semblable activité ne se comprendrait pas dans des cellules à contenu inerte.

» Chez d'autres plantes encore, chaque laticifère est formé par une seule cellule qui, commençant dans l'embryon, s'allonge en un tube continu, lequel se ramifie sans cesse pendant l'accroissement du végétal qui le contient. J'ai décrit de ces laticifères déjà très rameux dans les embryons des *Asclepias Cornuti, A. mexicana, Oxypetalum solanoides* et dans celui de l'*Euphorbia Lagascœ*. Pour que l'on se fasse une idée de l'abondance des ramifications, je rappellerai que je suis parvenu à isoler un fragment de laticifère de l'*Euphorbia globosa*, dont l'ensemble des branches représentait une longueur de $93^{mm},50$. Ce fragment avait cent vingt bifurcations, et cependant sept de ses branches principales et un grand nombre de ses ramifications latérales étaient cassées.

» Ce n'est pas tout : dans quelques *Euphorbia*, les membranes de ces tubes ramifiés peuvent acquérir une épaisseur considérable, avec plusieurs couches d'épaississement nettement accusées, quelquefois six ou sept ([1]). Dans les *Argemone*, les laticifères voisins du collet, vers la base de la tige et au sommet de la racine, épaississent inégalement leur membrane; ils produisent des bourrelets plus ou moins rapprochés et plus ou moins régulièrement espacés, qui, dans l'*Argemone ochroleuca*, simulent quelquefois des spires irrégulières; le plus souvent ils constituent des mailles larges et inégales. Dans l'*Argemone grandiflora*, j'ai trouvé des bourrelets assez rapprochés pour figurer des fentes assez larges ou même de larges ponctuations.

» Comment en pourrait-il être ainsi, si le latex était inerte, s'il était un *caput mortuum*, comme on l'a dit? Si le latex était incapable d'alimenter les cellules qui le renferment, ces cellules se comporteraient comme si elles étaient privées de protoplasma. Elles devraient être mortes, d'après la théorie nouvelle. Comme, au contraire, elles font preuve d'une très grande activité, ainsi que l'on vient de le voir, on est contraint d'admettre que leur latex n'est point inerte, qu'il constitue une sorte de protoplasma d'une très grande valeur alimentaire. Et, en effet, je le répète depuis longtemps, il produit en abondance des substances amyloïdes et amylacées dans bon nombre d'espèces (*Apocynées*, *Euphorbia*, etc). Eh bien! de même que l'on se méprend sur la nature du contenu des laticifères, en le regardant comme dépourvu de toute vitalité, de toute propriété nutritive, de même l'on se trompe sur la vitalité des fibres et des vaisseaux de l'aubier en général, etc., et des feuilles des *Calophyllum* en particulier.

Troisième objection de M. Vesque.

» M. Trécul croit qu'un appareil de si petites dimensions (deux centièmes de millimètre de diamètre) ne peut servir de réservoir, mais il oublie que ces cellules sont

---

([1]) Voici quelques exemples des plus gros laticifères des Euphorbes avec l'épaisseur de la paroi stratifiée :

	Diamètre du laticifère. mm		Épaisseur de la paroi. mm
Euphorbia caput Medusæ	0,09	jusqu'à	0,03
» *globosa*	0,10	»	0,02
» *helicothele*	0,08 à 0,10	»	0,015
» *grandidens*	0,08	»	très épaisse.

Il s'agit bien ici de vrais laticifères munis des nombreux grains d'amidon que contient le latex des Euphorbes.

très nombreuses et constituent, par leur réunion, des bandes de tissu intercalées entre les nervures secondaires. »

» Ce n'est point seulement parce que ces trachéides sont fort petites que je ne veux pas les considérer comme des réservoirs d'eau, mais parce qu'elles ne contiennent pas d'eau proprement dite (ce dont M. Vesque convient dans sa deuxième Note). C'est aussi parce que les bandes qu'elles forment sont intimement appliquées à la surface des laticifères, qu'elles entourent en grande partie, ce qui accuse bien plus une action physiologique, s'exerçant entre les deux sortes d'organes, qu'un réservoir d'eau, qu'un emmagasinement d'eau, dont le besoin ne se fait guère sentir, et dont M. Vesque ne signale pas l'usage. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Nombre et durée des pluies*. Note de M. **Hervé Mangon**.

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 10 décembre 1860, la description d'un nouveau *pluvioscope* destiné à compter le nombre des gouttes de pluie et à enregistrer l'heure et la durée de chaque ondée. J'ai fait connaître, en même temps, le but de ces observations et les premiers résultats obtenus à l'aide de l'appareil.

» Les observations ont été régulièrement poursuivies depuis le 1er septembre 1860 jusqu'au 31 juillet 1870; mais le temps m'avait fait défaut pour les calculer. Je viens de terminer ce travail. Les tableaux détaillés occuperaient ici beaucoup de place; je prie l'Académie de me permettre de lui en présenter un très court résumé.

» Du 1er septembre 1860 au 31 juillet 1870, il y a eu à Paris 1883 jours de pluie. Il est tombé 11993 ondées, dont 6478 le jour et 5515 la nuit. La durée de la pluie a été de $4578^h 5^m$. La durée moyenne des ondées a été de 22^m environ. Enfin le rapport de la durée de la pluie au temps total de 0,05 environ.

» La plus longue durée de la pluie en 24^h a été de $14^h 15^m$ le 18 octobre 1868. La plus longue ondée a duré 10^h le 16 janvier 1867, de 1^h à 11^h du soir; le plus grand nombre d'ondées observées en 24^h a été de 29, le 10 novembre 1868.

» Le plus grand intervalle sans pluie a été de 26 jours, du 11 septembre au 6 octobre 1865. Le plus grand nombre de jours de pluie consécutifs a été de 18, du 3 au 20 octobre 1867.

» Les moyennes générales des nombres d'ondées, de leur durée totale,

de leur durée moyenne et du rapport de la pluie au temps total, sont réunis dans le Tableau suivant :

Mois.	Jours de pluies.	Nombres de pluie			Durée de la pluie			Durée moyenne des pluies			Rapport de la durée de la pluie au temps total		
		le jour.	la nuit.	Total.	le jour. (h m)	la nuit. (h m)	Total. (h m)	le jour. (h m)	la nuit. (h m)	générale. (h m)	le jour.	la nuit.	général.
Janvier.	17,5	42,3	72,7	115,0	8,34	15,44	24,18	23,8	25,2	24,5	0,0678	0,0669	0,0673
Février.	14,4	36,9	56,0	93,9	7,01	10,54	17,55	21,9	22,7	22,3	0,0529	0,0576	0,0552
Mars...	21,2	79,2	60,8	140,0	13,05	13,01	26,06	21,4	28,3	24,8	0,0722	0,0657	0,0689
Avril...	13,3	58,5	41,4	99,9	9,55	7,44	17,39	20,0	20,5	20,2	0,0484	0,0499	0,0491
Mai....	14,3	66,1	31,0	98,1	11,42	6,33	18,15	22,9	26,6	24,7	0,0537	0,0429	0,0483
Juin ...	13,1	75,1	22,1	87,2	10,18	4,45	15,03	19,8	25,6	22,7	0,0423	0,0431	0,0427
Juillet..	14,8	62,0	29,6	91,6	10,19	4,28	14,47	24,3	19,9	22,1	0,0449	0,0363	0,0406
Août...	14,0	53,0	26,5	79,5	8,19	4,34	12,53	16,1	22,0	19,0	0,0409	0,0287	0,0348
Sept...	14,9	46,1	32,2	79,3	10,47	6,53	17,40	28,1	22,1	25,1	0,0447	0,0398	0,0421
Octobre	16,5	55,1	55,6	109,7	11,31	10,47	22,18	24,9	24,2	24,5	0,0669	0,0472	0,0570
Nov....	17,0	45,7	67,0	112,7	8,48	13,45	22,33	22,1	25,5	23,8	0,0689	0,0615	0,0652
Déc....	17,9	43,1	70,2	113,3	7,41	12,00	19,41	22,7	21,0	21,8	0,0603	0,0491	0,0547
Moy..	15,7	55,2	47,9	101,6	9,50	9,15	19,05	22,3	23,6	22,9	0,0553	0,0490	0,0521

» Ces chiffres moyens généraux s'écartent beaucoup des chiffres mensuels annuels.

» Le mois de mars est celui qui, en moyenne, dans la période observée, offre le plus grand nombre de jours de pluies, le plus grand nombre d'ondées, la plus grande durée de pluie, la plus grande durée des ondées et enfin le plus grand rapport de la durée de la pluie à la durée du temps total.

» Le mois de juin présente le plus petit nombre de jours de pluie; mais les mois d'août et de septembre comptent moins d'ondées que lui, et le mois d'août une moindre durée totale de pluie, une moindre durée moyenne des ondées et enfin un moindre rapport de la pluie au temps total.

» Les hauteurs moyennes de pluies tombées par mois, à l'Observatoire de Paris, pendant les années 1860 à 1870, sont les suivantes :

Mois.	Hauteurs moyennes. (mm)	Mois.	Hauteurs moyennes. (mm)
Janvier.......	42,1	Juillet........	53,3
Février.......	25,3	Août.........	37,3
Mars.........	44,9	Septembre....	56,1
Avril.........	33,6	Octobre......	53,0
Mai..........	52,7	Novembre....	42,6
Juin..........	42,0	Décembre....	41,3

» Les mois, au point de vue des hauteurs de pluie tombées, ne se rangent pas dans le même ordre qu'au point de vue de la durée et du nombre des ondées. Le mois de mars, par exemple, qui occupe le premier rang à ce dernier point de vue, n'occupe que le cinquième rang dans le Tableau qui précède, tandis que le mois de septembre, qui reçoit la plus grande quantité d'eau, compte moins d'ondées qu'aucun autre.

» Le pluvioscope à cadran que j'ai employé n'avait que $0^{m},60$ à $0^{m},70$ de diamètre, de sorte qu'il était difficile de lire le commencement et la fin de chaque ondée avec une approximation supérieure à cinq minutes. Il ne m'avait pas été possible de faire construire le pluvioscope à *bandes* que j'avais décrit dès 1860. Ce dernier instrument permet d'espacer, autant qu'il est nécessaire, les divisions du temps et d'évaluer par conséquent, avec toute l'exactitude désirable, la durée de chaque ondée et l'intervalle qui les sépare. Ce nouvel instrument est maintenant terminé.

» L'incertitude que peut laisser la lecture d'un pluvioscope à cadran de faible diamètre, pour les ondées très rapprochées, ne change rien d'ailleurs au comptage du nombre de jours de pluie qui ne donne lieu à aucun doute. Le pluvioscope fournit, en effet, des renseignements parfaitement certains : il indique la chute des *gouttes* qui caractérise la pluie. La rosée et les brumes sont indiquées par une nuance plus ou moins foncée, estompée sur toute la surface du papier. Si la pluie survient pendant la durée d'une brume, les gouttes isolées se détachent en plus noir sur la nuance générale. La chute de la pluie n'est pas, en effet, un phénomène qui passe insensiblement du brouillard à l'averse. La pluie proprement dite se compose de gouttes d'eau de dimensions notables : quand il tombe des *gouttes* d'eau dans une journée, on doit la compter comme pluvieuse. En exposant, chaque jour, à l'air, à défaut de pluvioscope, un simple morceau de papier préparé comme nos cadrans, on peut, sans difficulté, reconnaître les jours de pluie proprement dite.

» On ne s'étonnera pas que les jours de pluie indiqués dans le Tableau ci-dessus soient plus nombreux que ceux fournis par les pluviomètres ordinaires, dont on néglige presque toujours les indications quand la hauteur de pluie tombée est inférieure à $0^{mm},10$ ou $0^{mm},15$ et quelquefois davantage. Ces hauteurs d'eau, très faibles à la vérité, représentent cependant 1000^{kg} à 1500^{kg} d'eau par hectare, quantités qui sont loin d'être négligeables pour les plantes cultivées. Il convient donc d'ajouter les indications des pluvioscopes à celles des pluviomètres si l'on désire obtenir

des renseignements complets sur le nombre et le caractère des pluies d'une région.

» L'emploi d'un certain nombre de pluvioscopes, distribués dans des stations plus ou moins éloignées d'une même région, fournirait encore des indications précises et intéressantes sur la formation de la pluie et sur la vitesse avec laquelle elle envahit une portion, plus ou moins étendue, de l'atmosphère; on saurait, dans chaque cas particulier, si la pluie suit ou précède le vent, on pourrait évaluer, dans certaines limites, les quantités de chaleur absorbées ou dégagées dans l'épaisseur des masses nuageuses, et apporter à l'étude de la condensation de la vapeur atmosphérique des données trop rares aujourd'hui. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les tourbillons aériens*. Lettre de M. **D. Colladon** à M. Bertrand.

« Genève, le 3 mars 1887.

» J'ai été bien vivement intéressé par la Communication de M. Mascart à l'Académie des Sciences, au sujet des belles expériences de M. Weyher sur les tourbillons aériens et sur les mouvements rotatoires des sphères et des anneaux, tournant autour d'un globe auquel on imprime un mouvement de rotation rapide.

» Ces belles expériences m'ont intéressé à un double titre, car j'ai publié, il y a huit ans, une Notice intitulée : *Contributions à l'étude de la grêle et des trombes aspirantes* [1], dont j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie quelques exemplaires.

» En parcourant (p. 29 à 43) le Chapitre intitulé : *Des trombes aspirantes*, on sera frappé de l'analogie remarquable qui ressort de mes observations (p. 30 à 32) et de celles de M. Raoul Pictet (p. 35 et suivantes), comparées avec les résultats obtenus en petit dans les expériences faites à Pantin.

» Il est rare que l'on puisse suivre jusqu'à de grandes hauteurs la marche d'un tourbillon atmosphérique, qui ne soulève que des poussières ou de très menus objets, lesquels deviennent bientôt invisibles en s'élevant et en se dispersant dans l'air; mais j'ai été favorisé d'une manière

---

[1] *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle de Genève*, t. II, p. 5, juillet 1879.

toute spéciale, ayant pu observer une trombe ascendante de ce genre, qui a soulevé à quelques pas de moi (voir la page 31 de ma Notice) une grande quantité de menus linges exposés sur le sol, en plein soleil de juillet et entre 11^h et midi.

» J'ai vu la plupart de ces morceaux d'étoffe enlevés, avec une excessive rapidité, dans un tourbillon ascendant à axe vertical, ayant 2^m ou 3^m de diamètre à sa base, et ces nombreux linges blancs, éclairés par le soleil, m'ont permis de suivre leur ascension jusqu'à une hauteur d'environ 500^m à 600^m; je les voyais s'écarter en montant et se disperser dans différentes directions, pour retomber sur le sol à 2^{km} ou 3^{km} de l'axe primitif de la trombe.

» C'était, sur de très vastes proportions, le fait même observé à Pantin, à une bien petite échelle, dans les intéressantes expériences de M. Weyher; et si je traçais les trajectoires décrites par ces nombreux lambeaux d'étoffe, en les réduisant à une échelle trois ou quatre cents fois plus petite, j'aurais une reproduction très exacte des phénomènes tels qu'ils viennent d'être observés pendant les expériences décrites par M. Mascart et que le journal *la Nature* a figurées dans son numéro du 26 février.

» Je pourrais en dire à peu près autant des observations de M. Raoul Pictet, décrites aux pages 33 à 37 de ma Notice, observations qu'il avait faites en 1873 près du Caire, à la seule exception que les poussières et les très menus grains de sable qui se dispersaient à une grande hauteur, pour retomber sur le sol, devenaient invisibles par le fait même de leur dispersion.

» Notre illustre Collègue M. Faye, dans une intéressante Notice intitulée : *Défense de la loi des tempêtes*, insérée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1875, compare (p. 486 à 493) les tourbillons des cours d'eau avec les trombes aériennes : il semble vouloir conclure de cette comparaison que, puisque, dans les tourbillons hydrauliques à axe vertical des fleuves, le mouvement des molécules d'eau est descendant, il doit en être de même dans les tourbillons aériens, et que les molécules de l'air et des poussières qu'il contient, qui sont les plus voisines de l'axe de rotation, doivent être de même attirées de haut en bas. *Il ne croit pas possible* (p. 460 et suivantes) *qu'il existe un tourbillon aérien dans lequel les parties voisines de l'axe auraient un mouvement ascendant.*

» Il me semble que, dans la plupart des cas, ces deux phénomènes, quoique analogues, peuvent être de sens inverse près du sol ou de la surface liquide.

» Dans les rivières, la masse tourbillonnante possède une force centrifuge dont l'effet immédiat est de diminuer la poussée du liquide environnant sur les parties latérales et inférieures du tourbillon, et il en résulte nécessairement, pour cette masse en rotation, une vitesse de haut en bas, puisque la pesanteur de la partie tourbillonnante n'est plus exactement équilibrée par la poussée du fluide qui l'environne.

» Dans l'air, si l'axe vertical d'un tourbillon qui se manifeste jusque près du sol se prolonge jusqu'à une hauteur de plusieurs kilomètres au-dessus du terrain, et si le maximum d'énergie de la force centrifuge produite dans toute la masse en rotation se trouve situé à plusieurs centaines de mètres au-dessus de la terre, *ce qui doit être un cas assez fréquent*, ce sera vers ce maximum et non près du sol qu'il se produira obligatoirement *un maximum de vide partiel barométrique*, occasionnant le long de l'axe du tourbillon, et depuis le sol, une aspiration ou succion, de bas en haut, tandis que, dans les parties très élevées de l'atmosphère, situées sur le prolongement de l'axe du tourbillon, cette succion s'effectuera de haut en bas.

» Cette conception ne peut être niée, la théorie l'indique, et une foule d'observations authentiques en constatent la réalité; le fait que j'ai pu observer près de Genève et dont j'ai pu suivre toutes les phases, par suite d'une heureuse coïncidence, suffirait seul pour démontrer cette aspiration de bas en haut, agissant jusqu'à 600^m ou 700^m d'élévation. Les faits tout récents découverts par M. Weyher en sont une preuve expérimentale.

» Le cas que je viens d'admettre, d'un tourbillon aérien à axe vertical très prolongé, ayant une énergie rotative maximum bien au-dessus du sol, sera facilement admis par les météorologistes. On sait, en effet, que les courants d'air aériens, les plus rapides et les plus variables, sont ordinairement situés à plusieurs centaines de mètres au-dessus de la terre ([1]).

» Très souvent, surtout en été, l'air est à peu près calme près du sol, tandis que l'aspect des nuages montre que des courants d'air violents et de directions diverses agitent l'atmosphère dans les régions élevées. Les ascensions en ballon constatent souvent ces directions variables des courants supérieurs ([2]).

([1]) M. Faye l'admet également (voir l'*Annuaire pour* 1875, p. 494).

([2]) Dans une très récente ascension aérostatique, du 28 novembre 1886, faite en vue d'étudier, d'après mes instructions, la distribution de l'électricité atmosphérique, ces brusques sautes de vent à plus de 400^m d'altitude ont été plus particulièrement remarquées par les aéronautes, MM. Marcillac et Capazza (voir, dans le journal *la Lumière électrique* du 5 février dernier, le récit de M. Marcillac).

» Il peut suffire de la rencontre de deux courants opposés, à quelques kilomètres au-dessus du sol, pour produire un fort tourbillonnement à cette hauteur; ce mouvement devra se communiquer, de proche en proche, au-dessous et au-dessus.

» Dans l'intérieur d'une masse d'eau très étendue, si l'on pouvait produire un mouvement rotatif à axe vertical, d'une certaine intensité, et long de quelques mètres, il se produirait très probablement un effet analogue; et, si la vitesse angulaire de rotation de la masse tournante avait son maximum près du milieu de la longueur de l'axe métallique immergé, on verrait dans l'eau, le long de cet axe, deux courants de sens contraires : un courant liquide ascendant dans la moitié inférieure et un courant liquide descendant dans la moitié supérieure.

» Si j'avais eu à ma disposition, à Genève, un grand aquarium, j'aurais tenté immédiatement cette expérience; peut-être M. Weyher en aura-t-il un à Paris, disponible pour un essai. En y introduisant un axe vertical métallique, plongeant de quelques décimètres et portant à moitié de sa longueur immergée un agitateur à palettes de quelques centimètres de diamètre, il constaterait probablement, en prolongeant l'expérience, deux courants en spirales se dirigeant vers l'agitateur, l'un montant et l'autre descendant.

» Une autre expérience de M. Weyher a consisté à placer, au-dessous et à distance d'un petit tourniquet élevé, un monticule de sciure de bois ou de grains de gruau; en imprimant au tourniquet un mouvement rapide, on voit une petite trombe ascendante s'élever au-dessus du monticule, tandis que son sommet se creuse en hémisphère.

» Cette expérience rappelle les affouillements et les desséchements d'étangs ou de petites rivières, constatés bien souvent par des observateurs à l'instant du passage d'une trombe. C'est une nouvelle preuve des phénomènes d'aspiration de bas en haut qui accompagnent la plupart des trombes, lorsqu'elles arrivent en contact avec le sol et probablement aussi avec l'eau de la mer.

» On ne doit pas méconnaître que cette puissance d'aspiration à la base d'une trombe peut atteindre ou dépasser, dans quelques cas, 2000^{kg} ou 3000^{kg} par mètre carré, puisque l'extrême limite de cette succion approcherait de 10000^{kg} par mètre carré.

» Quelques objections, présentées par M. Faye dans l'*Annuaire pour* 1875 au sujet de cette aspiration inférieure (voir p. 292), s'effaceront, je pense, devant cette nouvelle démonstration expérimentale, faite à Pantin, qui vient à l'appui d'une multitude de bonnes observations faites par des témoins dignes de toute confiance.

» Le principe général que j'admets, et qui me paraît nouveau et important par ses applications à la Météorologie et à la constitution physique des trombes, peut se résumer comme il suit :

» Étant donnée une grande étendue d'un fluide liquide ou aériforme, dont une portion limitée est animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe et forme une espèce de long fuseau rotatif, si l'on suppose ce fuseau divisé en tranches parallèles, d'égales épaisseurs, et perpendiculaires à l'axe, il se développera dans chacune de ces tranches une force centrifuge moyenne, tendant à éloigner ses particules de leur axe de rotation.

» Si les forces centrifuges moyennes des tranches les plus rapprochées du centre de longueur du fuseau ont une énergie supérieure à l'énergie centrifuge des tranches extrêmes, il se produira, aux extrémités de ce fuseau et le long de son axe, un appel vers les parties centrales, et il naîtra, le long de cet axe, à partir de ses extrémités, deux courants en sens contraire; en sorte que, si l'axe de ce fuseau était vertical ou à peu près, le mouvement produit serait ascendant dans sa partie inférieure et descendant dans sa partie supérieure.

» Les idées que j'ai émises dans différentes Notices, sur la cause principale et habituelle de la formation de la grêle, sont les mêmes que celles que M. Faye paraît adopter dans sa Notice insérée dans l'*Annuaire pour* 1877 (¹). Nous admettons tous les deux l'intervention énergique des couches d'air placées au-dessus des nuages orageux et leur mélange, plus ou moins durable, avec les innombrables particules liquides qui constituent ces nuages.

» Dans presque tous les orages, l'air froid de ces couches supérieures contient un nombre considérable de fines aiguilles de glace, qui constituent en général les cirrus; elles doivent contenir, en outre, une multitude de particules d'eau liquide à l'état de surfusion, c'est-à-dire ayant, quoique à l'état liquide, une température qui peut être inférieure de 10°, 15° ou 20° à zéro.

» M. Faye et moi différons seulement sur la nature des causes premières, qui font descendre ces couches glacées superposées aux nuages, et qui produisent le mélange dont il est parlé ci-dessus. Selon M. Faye, cet

(¹) L'idée première de l'influence probable des particules liquides à l'état de surfusion, ou des aiguilles de glace pour la formation des grêlons, placées au-dessus des nuages, se trouve déjà dans un Mémoire de M. Boisgiraud, publié en 1836. Cette idée a été développée par M. A. de la Rive, dans son *Traité d'Électricité*, t. III, p. 176 (1858), et par d'autres physiciens.

effet ne peut être produit que par une cause unique, perpétuellement la même, c'est-à-dire par un mouvement tourbillonnaire aérien, constituant à son intérieur une trombe aspiratrice à mouvement descendant. L'auteur affirme même (*Annuaire pour* 1877, p. 527) qu'il n'existe pas d'orage qui ne soit un mouvement tournant autour d'un axe vertical; conclusion excessive que ne sauraient d'ailleurs admettre les physiciens qui habitent des pays de montagnes et qui ont l'occasion de voir une multitude d'orages partiels, pour lesquels il serait bien difficile de constater un mouvement giratoire quelconque.

» Je ne suis pas aussi exclusif que mon honorable Collègue; car, tout en admettant comme lui que, dans certains cas, lorsqu'il existe dans un orage une vaste trombe produisant à sa partie supérieure une puissante aspiration des couches d'air placées au-dessus des nuages orageux, il peut et il doit même en résulter la formation locale de grêlons ou de grains de grésil, j'admets et je crois avoir démontré par des faits qu'il existe une autre cause très puissante, plus générale et d'une plus grande étendue d'action, qui, dans tous les cas de fortes averses, produit nécessairement, dans le nuage même où s'engendre la pluie, un appel de la couche d'air froid, plus ou moins mélangé de cirrus et de particules liquides à l'état de surfusion [voir mon Mémoire *Sur les origines du flux électrique des nuages orageux* (*Comptes rendus*, t. CII, séances des 12 et 19 avril 1886, p. 4 à 8)]. Dans toute averse, les gouttes de pluie entraînent nécessairement, depuis leur origine jusque vers le sol, un courant d'air vertical qui ne peut être remplacé, si l'orage a une certaine étendue, que par l'appel des couches d'air qui surmontent le nuage orageux. »

M. Jurien de la Gravière fait hommage à l'Académie d'un Volume qu'il vient de publier, sous le titre « Les Corsaires barbaresques et la marine de Soliman le Grand ».

M. le Secrétaire perpétuel Vulpian informe l'Académie qu'il a reçu de Mme Leudet un télégramme annonçant le décès de M. le Dr *Leudet*, nommé Correspondant dans la Section de Médecine et de Chirurgie le 14 février 1887.

« M. le Dr Leudet, directeur de l'École secondaire de Médecine de Rouen, était un savant d'un incontestable mérite. Ses recherches sur l'alcoolisme, sur la névrite résultant de l'asphyxie par la vapeur du charbon,

sur la leucocythémie splénique, sur les relations entre le diabète ou la polyurie et les lésions intra-craniennes, sur la tuberculose et sur un grand nombre d'autres questions importantes de la Pathologie, lui avaient acquis la plus légitime notoriété. La mort de M. Leudet est une perte considérable pour la Science médicale, qu'il a honorée par un labeur infatigable et fécond, poursuivi pendant plus de quarante années. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1887.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Montyon (*Statistique*). — MM. Haton de la Goupillière, Lalanne, Bertrand, Larrey (baron) et de Jonquières réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Favé et de Freycinet.

Prix L. Lacaze (*Chimie*). — MM. Schlœsing, Berthelot et Peligot réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints aux Membres de la Section de Chimie pour constituer la Commission. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Reiset.

Prix Delesse. — MM. Hébert, Daubrée, Des Cloizeaux, Fouqué et Gaudry réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Damour et Pasteur.

Prix Barbier. — MM. Gosselin, Chatin, Charcot, Richet et Brown-Séquard réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Van Tieghem et Vulpian.

Prix Desmazières. — MM. Chatin, Van Tieghem, Bornet, Trécul et Duchartre réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cosson et de Quatrefages.

RAPPORTS.

PHYSIQUE. — *Rapport sur une Note de M.* Léon Roques, *relative à un nouveau métronome basé sur l'isochronisme des petites oscillations du pendule.*

(Commission composée des Membres de la Section de Mécanique et de la Section de Physique; M. Fizeau, rapporteur.)

« L'Académie a entendu, le 28 juin dernier, la lecture d'une Note de notre éminent Collègue de l'Académie des Beaux-Arts M. Saint-Saëns, réclamant, au nom de l'Art musical, la création d'un métronome normal, réglé mathématiquement et destiné à remplacer les instruments employés aujourd'hui, dans lesquels la précision fait le plus souvent défaut.

» Voici dans quels termes M. Saint-Saëns s'exprime au sujet du métronome dit *de Maëlzel :*

» Cet instrument, inventé à la fin du siècle dernier par Stoeckel et perfectionné par Maëlzel, est un pendule muni d'un curseur et d'une échelle graduée, basée sur la division de la minute de temps. Dans les métronomes le plus fréquemment employés, les divisions s'étendent depuis $\frac{1}{40}$ jusqu'à $\frac{1}{208}$ de minute. Cet instrument est universellement employé. Malheureusement, il ne peut être réellement utile qu'à la condition d'être un instrument de précision, ce qu'il n'est presque jamais. Le monde musical est peuplé de métronomes mal construits, mal réglés, qui égarent les musiciens au lieu de les guider. L'Académie, qui a rendu un si grand service à l'Art par la création du diapason normal, compléterait son œuvre en dotant la Musique d'un métronome normal réglé mathématiquement.

» Quelques mois après la Communication de M. Saint-Saëns, l'Académie a reçu, sur le même sujet, une Note de M. Léon Roques, intitulée : *Notice sur un nouveau métronome basé sur l'isochronisme des petites oscillations du pendule.* Un exemplaire du nouvel instrument accompagnait cette présentation. Dans cette Notice, l'auteur signale l'importance du problème qu'il s'est attaché à résoudre, en cherchant à fixer d'une manière tout à fait certaine le degré de vitesse du *mouvement* dans lequel un morceau de musique doit être exécuté pour que cette œuvre conserve le caractère voulu par son auteur.

» Les désignations bien connues de *largo, adagio, andante, allegro, presto* et quelques autres, ont été longtemps employées à peu près seules pour fixer cet élément, mais en laissant toujours une large part à l'arbi-

traire. Depuis l'adoption du métronome de Maëlzel (vers 1816), les désignations précédentes ont été accompagnées de chiffres déterminés, tels que les suivants : 40 pour le *largo*, 52 pour l'*adagio*, 66 pour l'*andante*, 120 pour l'*allegro*, 184 pour le *presto;* chaque nombre répondant à autant de battements par minute, pour un temps de la mesure.

» En effet, au moyen d'une échelle divisée, gravée sur une tige rigide formant pendule et portant deux petites masses dont l'une, mobile, peut être placée à différentes hauteurs, le métronome, animé par un mouvement d'horlogerie, peut battre à volonté tous les *mouvements* compris entre 40 et 208 à la minute. Si l'instrument était toujours d'une construction identique, c'est-à-dire si au même chiffre correspondait toujours le même nombre de battements, le problème devrait être regardé comme résolu, et il n'y aurait aucune utilité à chercher une solution nouvelle; mais on s'accorde à reconnaître qu'il n'en est pas ainsi et que les indications des instruments généralement en usage aujourd'hui sont très irrégulières et incertaines.

» M. Léon Roques a pensé que la cause des irrégularités du métronome de Maëlzel devait être attribuée à ce que la pièce principale de l'instrument est un pendule composé, actionné par un mouvement d'horlogerie, dans lequel les moindres variations de construction entraînent des variations notables dans les vitesses, et de plus à ce que les divisions de l'échelle n'ont aucune relation, facile à vérifier, avec les longueurs métriques du pendule simple.

» C'est à ce point de vue que M. Léon Roques s'est placé pour essayer de construire un nouveau métronome dont les indications soient plus constantes et la vérification plus facile. Pour atteindre ce but, il a eu recours aux propriétés bien connues du pendule simple oscillant sous l'action seule de la pesanteur, laquelle peut être considérée comme invariable; d'où il résulte que le nombre des oscillations dans un même temps, une minute par exemple, ne dépend que de la longueur du pendule, c'est-à-dire de la distance, toujours facile à vérifier, entre le point de suspension du fil et le centre de la petite masse oscillante.

» D'autre part, le nombre de ces oscillations étant lié à la longueur du pendule par la relation $n^2 : n'^2 :: l' : l$, et la longueur du pendule qui fait 60 oscillations simples par minute étant connue, en unités métriques, avec une grande précision, on peut aisément calculer une échelle de longueurs, donnant pour chaque division un nombre déterminé d'oscillations. Ajoutons que le pendule, étant une fois mis en mouvement, donne des oscil-

lations de plus en plus petites par l'effet de la résistance de l'air; mais le nombre des oscillations par minute reste invariable, malgré la diminution de l'amplitude, pourvu que l'on ne dépasse pas certaines limites : c'est le phénomène de l'isochronisme.

» Tels sont les principes sur lesquels s'est appuyé M. Léon Roques pour résoudre le problème qu'il s'était proposé; mais une difficulté dans l'application s'est présentée tout d'abord, relativement aux variations de longueur trop considérables que le pendule simple semble réclamer pour satisfaire aux divers *mouvements* usités en musique. En effet, du *largo* au *presto*, par exemple, la longueur du pendule devrait changer de $2^m,236$ à $0^m,106$.

» M. Léon Roques est parvenu à éviter ces dimensions exagérées, tout en conservant la simplicité et la précision des indications, en donnant à son pendule une longueur de $0^m,25$ seulement au maximum. Cette disposition donne une échelle de variations qui semble d'abord trop limitée; mais il est facile de l'étendre aussi loin qu'il est nécessaire par un artifice très simple, qui consiste à compter pour un seul temps musical, tantôt une, tantôt deux, tantôt quatre oscillations du pendule. Une échelle divisée à trois colonnes, gravée sur l'instrument, permet dans tous les cas d'ajuster le petit pendule selon le *mouvement* que l'on veut obtenir, lequel peut ainsi varier entre 30 et 236 battements par minute, étendue tout à fait suffisante pour réaliser tous les *mouvements* usités en musique.

» La construction de l'instrument est, du reste, de la plus grande simplicité; voici la description sommaire que l'auteur en donne :

» Une petite plaque en cuivre de $0^m,27$ de hauteur sur $0^m,03$ de largeur est soutenue par deux tiges; sur cette petite plaque, qui se présente comme un tableau incliné en avant, sont tracées des divisions horizontales, et les chiffres qui les accompagnent indiquent le nombre d'oscillations que le pendule mobile doit faire dans une minute.

» Le pendule mobile se compose d'un fil supportant un poids qu'il traverse un peu au-dessus de son centre; les deux extrémités de ce fil, passant librement par deux trous percés au haut de la petite plaque, vont se fixer à un contrepoids qui glisse derrière la plaque le long d'une tige.

» Le maniement de l'instrument est des plus faciles; il suffit de rapprocher le poids, qui tend le fil, du petit tableau, et de le placer devant tel ou tel chiffre. Le contrepoids, qui glisse derrière, permet de laisser osciller le pendule, sans que la longueur de celui-ci puisse changer pendant les oscillations. La longueur du pendule peut ainsi varier de $0^m,064$ à $0^m,250$ et donne 90 *mouvements* différents, en tenant compte de la colonne du tableau qui indique une, deux ou quatre oscillations pour un temps.

» On voit que, en réalité, c'est un pendule simple, à suspension bifilaire, de petite dimension et de longueur variable à volonté, qui constitue le mé-

tronome de M. Léon Roques. La construction en est facile et peu coûteuse; l'exactitude de ses indications est complète et certaine, si l'échelle est exactement gravée en accord avec les longueurs métriques, accord que partout et toujours on sera à même de vérifier, par comparaison avec des divisions métriques ordinaires.

» L'instrument ne frappe pas les temps comme le métronome de Maëlzel et ses indications ne parlent qu'aux yeux; en un mot, il est silencieux, ce qui est regardé par les uns comme un avantage et par d'autres comme un inconvénient. Nous n'avons pas ici à nous prononcer sur ce point, que la pratique et l'usage auront bientôt jugé en dernier ressort.

» Il nous reste à rappeler, en quelques mots, les tentatives antérieures faites à diverses époques pour résoudre le même problème, afin de donner une idée plus exacte du degré de nouveauté et d'originalité du nouvel instrument.

» On cite, vers l'année 1698, un instrument construit par Loulier, destiné à compter les temps musicaux; un autre de Lafillard, musicien de la chapelle du roi; plus tard, un mécanisme de Sauveur (1705), cité par J.-J. Rousseau; un autre de d'Onzembray (1732); ainsi que divers appareils dus : au mécanicien anglais Harris, à l'horloger Duclos (1782), au mécanicien Pelletier, à l'horloger Renaudot (1784); enfin le chronomètre de Despréaux, professeur au Conservatoire de Musique, sur lequel on a un Rapport de Baillot de 1812. Ce dernier instrument se composait d'un tableau divisé et d'un pendule de la longueur du pendule astronomique, soit $0^{m},994$, lequel pouvait être ajusté à différentes longueurs; disposition, qui n'est pas sans analogie avec celle du métronome qui nous occupe, et qui a été reprise par Chevé (vers 1840).

» On doit reconnaître cependant que l'instrument de M. Léon Roques diffère notablement de celui de Despréaux, et par ses dimensions beaucoup plus restreintes, et par son pendule bifilaire, et par son échelle multiple de battements.

» Du reste, tous ces instruments, plus ou moins ingénieux, sont aujourd'hui tombés dans l'oubli le plus complet, et il ne reste que celui de Maëlzel dont les inconvénients ont été signalés plus haut. On assure encore que quelques chefs d'orchestre étrangers suppléent à l'absence d'instruments exacts par un ruban de $2^{m},25$ enroulé dans un étui, et que l'on déroule pour en faire un pendule de la longueur convenable à chaque nombre d'oscillations.

» En résumé, la Commission pense que c'est une idée juste d'appliquer

les oscillations du pendule simple à régler d'une manière certaine et invariable les divers *mouvements* dans lesquels les morceaux de musique doivent être exécutés, et que M. Léon Roques a réalisé cette application d'une manière simple et pratique.

» En conséquence la Commission est d'avis que le métronome de M. Léon Roques est un instrument propre à rendre des services à l'Art musical. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un Mémoire de MM.* Bérard *et* Léauté, *intitulé : « Sur les moyens de réduire les accroissements momentanés de vitesse, dans les machines munies de régulateurs à action indirecte. »*

(Commissaires : MM. M. Lévy, Marcel Deprez, Sarrau ; Phillips, rapporteur.)

« La régularité du mouvement, qui joue un rôle si essentiel dans presque toutes les industries, acquiert une importance capitale dans celle de la fabrication de la poudre, car de faibles accroissements de vitesse peuvent suffire à provoquer des accidents graves. Le Mémoire dont nous venons rendre compte à l'Académie et qui est dû à la collaboration de MM. Bérard, ingénieur en chef des Poudres, et Léauté, ingénieur des Manufactures de l'État, a précisément pour objet la détermination des moyens propres à réduire ces accroissements de vitesse, toujours nuisibles et parfois si dangereux. Il est d'ailleurs basé sur un très important travail de M. Léauté sur les oscillations à longues périodes des régulateurs à action indirecte, dont l'Académie, dans sa séance du 9 mars 1885, a décidé l'insertion dans son *Recueil des Savants étrangers*.

» Les auteurs, prenant pour point de départ l'appareil ordinaire de régulation, tel qu'il est établi généralement par les constructeurs français, examinent l'effet utile qu'il est permis d'en attendre, eu égard aux circonstances de la pratique et au degré de perfection que l'on peut demander à des organes courants.

» Passant ensuite aux détails d'agencement, ils montrent sur un exemple les conditions générales auxquelles il est nécessaire de se conformer.

» Tout d'abord, en raison, d'une part, de l'incertitude qui pèse forcément dans tout problème de ce genre sur la valeur exacte des données et, d'autre part, des modifications que le temps et les circonstances introduisent dans toute installation mécanique, il est indispensable de se réserver des moyens de réglage ultérieur. Les auteurs montrent comment on doit s'y prendre pour atteindre ce but et comment on peut, à cet effet, modifier à volonté la vitesse moyenne de l'appareil à boules, son degré d'isochronisme et la vitesse relative du vannage.

» En second lieu, MM. Bérard et Léauté insistent sur un point important. Tous les constructeurs ont reconnu que, pour éviter les ruptures d'organes quand la vanne arrive à fond, il est nécessaire de munir l'appareil de régulation d'un déclenchement qui fonctionne à cet instant. Mais, si ce déclenchement, ainsi que c'est le cas le plus souvent, n'est pas accompagné d'un renclenchement automatique, on est exposé à ce danger de compter sur l'effet du régulateur, alors qu'il est dans l'impossibilité de fonctionner.

» L'étude des régulateurs ordinaires, faite par les auteurs, leur montre que, malgré toutes les précautions dont on peut s'entourer, ces appareils ne sont pas susceptibles, en général, d'assurer la sécurité qu'exige la fabrication d'un explosif. Les écarts de vitesse qu'ils tolèrent, en dehors de la zone de régime, sont à peu près les mêmes pour les diminutions qui succèdent à un accroissement du travail résistant et pour les augmentations qui se produisent à la suite d'une chute de ce travail. Or, tandis que les ralentissements ont d'ordinaire peu d'inconvénients, les accélérations de mouvement peuvent, quand elles dépassent certaines limites, devenir une cause de danger.

» Il est dès lors nécessaire, pour adapter les appareils de régulation à ces conditions particulières, de les modifier de telle sorte qu'ils s'opposent plus énergiquement aux augmentations qu'aux diminutions de vitesse. Plusieurs moyens peuvent être employés dans ce but; mais, si l'on veut s'écarter le moins possible du type généralement adopté, il faut rendre la fermeture de la vanne plus rapide que son ouverture. En augmentant ainsi la vitesse relative du vannage pendant la fermeture, on devra, pour éviter les oscillations à longues périodes, compenser cette augmentation par un ralentissement correspondant dans la vitesse d'ouverture.

» Les auteurs indiquent les limites qu'il ne faut néanmoins pas dépasser pour la rapidité de la fermeture, et, tenant compte du degré de mobilité que présente un appareil pratique, ils arrivent à la notion d'appareils

limites. Cette notion permet de juger d'avance, dans chaque cas, si un appareil de régulation peut donner les résultats qu'on en attend et quels sont, dans l'affirmative, les éléments qu'il convient de lui donner.

» Des Tableaux numériques font connaître les vitesses extrêmes qu'atteindra la machine à la suite d'une perturbation quelconque, ainsi que la durée de la période du plus grand trouble. Cette durée constitue un élément d'appréciation toujours important à connaître et qui devient même indispensable quand il est impossible de maintenir la variation de vitesse dans les limites que l'on s'est fixées tout d'abord. Il est évident, en effet, que le temps pendant lequel se maintient une vitesse dangereuse indique les chances d'accident qu'elle peut produire et qu'ainsi la durée des périodes du plus grand trouble donne une idée des inconvénients que présentent les écarts de vitesse qu'on est obligé de tolérer.

» La question se trouve dès lors complètement élucidée. Les Tableaux contenus dans le Mémoire permettent d'éviter tous les calculs; les dessins qui l'accompagnent fournissent tous les détails d'installation.

» En résumé, MM. Bérard et Léauté sont arrivés à une solution simple et complète du problème qu'ils avaient en vue. Leur travail, bien qu'ayant pour objectif principal les usines à poudre, est applicable à toutes les installations mécaniques. Les questions qui préoccupent l'ingénieur mécanicien y sont traitées avec une rigueur et un souci des conditions pratiques qui se rencontrent rarement réunis à un degré aussi éminent. En conséquence, votre Commission a l'honneur de vous proposer d'ordonner l'insertion de l'important Mémoire de MM. Bérard et Léauté dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre du 23 février en Italie.* Note du P. F. Denza.

(Renvoi à la Commission.)

« Observatoire de Moncalieri, 28 février 1887.

» Les nombreux Rapports qui sont parvenus à l'observatoire de Moncalieri constatent les faits suivants :

» 1° La région où le tremblement de terre a été le plus intense a eu à peu

près la même étendue que pour ceux du 28 novembre 1884 et du 5 septembre 1886. En longitude, il s'est étendu depuis les plaines de la Lombardie et de la Lomellina jusqu'aux Alpes occidentales. En latitude, il est allé des Alpes Lépontiennes jusqu'aux deux rivières de la Ligurie. Le mouvement tellurique s'est élargi au nord et à l'ouest vers la Suisse jusqu'à Genève et Zurich et au delà, et en France depuis le golfe de Lyon jusqu'à Paris et ailleurs. Au sud, il s'est étendu, quoique plus faible, au travers de la Toscane jusqu'à Rome et en Corse, aussi bien qu'en Calabre, et à l'est jusqu'au versant adriatique, de Venise à Foggia.

» 2° Le mouvement a eu sa plus grande intensité en Ligurie, dans la France méridionale et en Piémont, où il a agité toute notre plaine et a pénétré dans toutes les vallées des Alpes maritimes, cottiennes, grées, pennines et lépontiennes, jusque dans les passages les plus élevés.

» 3° Cette fois, le centre de l'intensité la plus grande a été dans le golfe de Gênes, sur la ligne partant du point où l'Apennin se réunit aux Alpes, et s'étendant d'Albissola et Savone à Monaco et Menton. C'est sur cet espace qu'il y a eu des victimes humaines (dont le nombre est encore incertain) dans plusieurs localités, telles qu'Albissola, Savone, Noli, Diano Marina, Diano Castello, Bajardo, Castellaro, Menton et autres régions plus intérieures. Partout, jusqu'à Marseille, il y a eu de nombreux désastres et des ruines d'édifices, surtout à Diano Marina et Diano Castello [1]. L'agitation du sol, moins intense, mais également désastreuse, s'est propagée sur le pays montagneux qui va du col d'Altare à Millesimo, Mondovi et les régions limitrophes.

» La secousse a été forte, mais sans dommages considérables, dans les provinces de Coni, d'Alexandrie et de Turin. Elle a été plus légère dans les plaines et dans les vallées de la province de Novare et en Lombardie, et faible ailleurs en Italie.

» 4° Dans les points où le tremblement de terre a été le plus intense, les secousses principales ont été au nombre de trois, et correspondent, avec une légère différence dépendant probablement de la diversité des horloges, aux heures indiquées par les instruments sismiques de notre observatoire, à savoir : la première à $6^h 22^m$-23^m du matin, la deuxième à $6^h 31^m$ matin, et la troisième à $8^h 53^m$, temps moyen de Rome.

» Dans les points voisins du centre du mouvement, des secousses lé-

(1) Je pense que l'ébranlement est parti de la Méditerranée même; mais nous n'avons encore aucun rapport des bateaux qui se trouvaient en ce moment-là dans ces parages.

gères se sont produites par intervalle durant toute la journée du 23 et pendant les jours suivants.

» 5° La première secousse a été la plus forte et la plus terrible : elle était ondulatoire, et en plusieurs lieux sussultoire et peut-être tourbillonnante. Elle s'est prolongée et s'est renforcée à diverses reprises. Ici, à Moncalieri, comme à Turin et ailleurs, elle a présenté trois reprises principales, qui sont indiquées d'une manière évidente par les courbes tracées par notre sismographe enregistreur. Ces augmentations d'intensité ont été considérées à tort, par quelques-uns, comme autant de secousses séparées.

» 6° La direction dominante de la première secousse ondulatoire allait d'abord de l'ouest à l'est, puis de l'est à l'ouest, avec de légères déviations par intervalle, de l'ouest et du nord-ouest à l'est et au sud-est, et réciproquement, avec des tremblements sussultoires très légers.

» Le tremblement de terre, dans les points où il a été fort et très fort, était accompagné de grondements (*rombo*).

» J'ajoute que nos instruments sismiques les plus délicats ont signalé, dans les jours suivants jusqu'au 26, de fréquentes secousses très légères, qui étaient comme l'écho des autres et qui se suivaient sans interruption dans les localités les plus endommagées.

» Les instruments magnétiques de notre observatoire ont été agités pendant le phénomène, aussi bien que ceux de Kew, d'après ce que m'a communiqué M. Scott, du Bureau central météorologique de Londres. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Propagation du tremblement de terre dans l'une des mines d'Anzin (Nord).* Note de M. François, présentée par M. Daubrée.

(Renvoi à la Commission).

« Dans le but de rechercher les relations qui pourraient exister entre les dégagements de grisou et les mouvements du sol, on vient d'établir, à la profondeur de 250^m, dans l'une des mines de houille de la Compagnie d'Anzin, à la fosse Hérin, un tromomètre, que l'on observe quatre fois par jour.

» Le mercredi 23 février dernier, entre $6^h 15^m$ et $6^h 30^m$ du matin, l'instrument subit des oscillations extraordinaires ; leur amplitude était de 12 à 13 divisions ou dixièmes de millimètre, tandis que, depuis deux mois qu'il

est posé, jamais les déplacements observés n'avaient dépassé 2 divisions, et encore ce chiffre n'avait-il été atteint qu'une seule fois, le 6 janvier.

» Une telle perturbation ayant beaucoup surpris, on continua à observer ; le pendule tromométrique était animé d'un mouvement de rotation et décrivait une ellipse dont le grand axe était dirigé S.-O. à N.-E. A 6^h45^m, les oscillations maxima n'étaient que de 4 divisions, puis elles diminuèrent et ne marquaient que 1 division de 7^h15^m à 7^h30^m, et $\frac{1}{2}$ division à 10^h. Dans le courant de la journée, on ne constata plus rien de particulier.

» D'un autre côté, les chefs du fond, qui ont suivi très attentivement tous les courants d'air, n'ont constaté aucun dégagement exceptionnel de grisou, et la proportion de ce gaz dans l'air recueilli au sommet des exploitations n'a pas augmenté.

» Le mouvement brusque du tromomètre, qui vient d'être signalé, ressort d'une manière très frappante sur un Tableau graphique donnant, en outre, les pressions barométriques et les températures en regard des proportions de grisou. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre de la Ligurie.* Note de M. A. Issel, présentée par M. Daubrée.

(Renvoi à la Commission.)

« Porto Maurizio, 6 mars 1887.

« Le 23 février, à 6^h22^m du matin (temps moyen de Rome), la ville de Gênes a été secouée avec violence par un tremblement de terre qui a produit quelques lésions dans un petit nombre de maisons. En même temps, un grondement souterrain a retenti et s'est prolongé en s'affaiblissant un peu après la secousse.

» On a distingué dans cette secousse, dont la durée a été d'une vingtaine de secondes, trois ondulations successives, accompagnées de trépidations. Sa direction était à peu près de nord-est à sud-ouest (1). Le temps était clair et très calme. Le baromètre, réduit à zéro et au niveau de la mer, marquait $769^{mm},5$; la température était de $7°$.

» Nous n'avions point à Gênes de sismographe enregistreur en fonction ; mais ailleurs, par exemple à Vérone, les instruments étaient agités depuis l'après-midi du 22, et le 19 on avait observé quelques légères secousses en Sicile.

» La secousse subie par la ville de Gênes à 6^h22^m du matin fut ressentie dans

(1) D'autres observateurs ont donné comme direction nord-nord-ouest à sud-sud-est.

toute l'Italie supérieure et moyenne, dans une partie de la France, en Corse, en Suisse et en Grèce. Mais elle se produisit avec une intensité extraordinaire depuis Albissola jusqu'à Nice, sur le pourtour de la mer. C'est celle-ci qui détruisit presque entièrement la petite ville de Diano Marina et les villages de Diano Castello, Baiardo et Bussano, et qui fit écrouler beaucoup d'édifices à Albissola, Savone, Noli, Alassio, Oneglia, Porto Maurizio, Castellaro, Pompeiana, etc. Ce désastre a coûté la vie à 650 personnes au moins.

» Dix minutes après la première, il se produisit une seconde secousse plus légère; puis une troisième assez forte se fit sentir à $8^h 54^m$ du même jour. L'une et l'autre firent tomber plusieurs maisons branlantes.

» Depuis le 23 février jusqu'à ce jour (6 mars), l'agitation du sol s'est affaiblie, mais elle n'a pas cessé : on a signalé chaque jour de nouvelles secousses, toutes assez légères.

» La colonne barométrique s'est toujours maintenue très haute, mais il a plu le 25 et le 27, et, pendant ce dernier jour, il a soufflé une forte brise.

» Le maréographe du port de Gênes a marqué bien nettement la première secousse du 23 et les ondulations de la mer qui en ont été la conséquence, mais il n'a pas indiqué l'exhaussement du fond qui a été annoncé par les journaux. Il est vrai toutefois que les eaux étaient alors et sont encore aujourd'hui très basses. Après la première secousse, on a observé le long du littoral, surtout à Porto Maurizio, Diano, Alassio, un retrait de la mer de 1^m environ sur la verticale, suivi bientôt d'une vague montante qui a inondé la plage ordinairement émergée. On a remarqué aussi, comme d'habitude pendant les tremblements de terre, des désordres dans le débit de certaines sources, et la formation de fentes plus ou moins profondes dans le sol.

» Les constructions qui ont souffert le plus sont situées sur une zone de quelques kilomètres de largeur, dirigée du nord-est au sud-ouest, depuis Albissola jusqu'à Nice. Les maisons fondées sur les graviers de la plage, sur les alluvions et sur l'argile ont été plus endommagées que celles qui sont construites sur les calcaires. Dans les maisons placées parallèlement à la plage, les deux côtés du toit dirigés vers le sud-est et le nord-ouest sont les plus endommagés; les ardoises sont presque toujours détachées et brisées comme par un mouvement de ressaut. Le toit tout entier est très souvent effondré. Les fentes plus étendues et profondes s'observent en général dans les murs parallèles au rivage de la mer. Certains murs de Diano Marina présentent deux systèmes de fissures se croisant à angle droit, qui éveillent l'idée d'un mouvement de torsion.

» A l'ouest d'Albenga jusqu'à la frontière française, la constitution géologique du pays est très simple. Les calcaires et les schistes de l'éocène supérieur en couches très bouleversées sont dominants; on y trouve aussi, sans compter le quaternaire, quelques affleurements de nummulitique et de petits dépôts littoraux d'argiles, de sables et de conglomérats pliocènes; point de formations volcaniques. La localité la plus rapprochée dans laquelle on observe des traces évidentes de l'action volcanique est le cap d'Ail, près de Monaco, où l'on voit une petite coulée d'andésite, probablement miocène, qui se rattache sans doute à la formation trachytique du Var. Les serpentines

les plus rapprochées de la contrée dont il est question sont celles qui paraissent à Varazze et près de Celle et remontent aux temps les plus reculés de l'époque triasique.

» La Ligurie est un des pays d'Italie et même d'Europe les moins sujets aux tremblements de terre. Pour s'en assurer, il suffit de remarquer la hauteur et la disposition des bâtisses dans la ville de Gênes, qui compte de nombreuses maisons ayant plus de sept étages. Les commotions séismiques sont cependant moins rares à l'occident qu'à l'orient. Diano Marina et quelques autres petites villes ou villages du territoire de Porto Maurizio avaient subi, en effet, de fortes secousses en 1818.

» Il me semble, d'après les observations que j'ai faites, que le phénomène dont il est question appartient à la catégorie des tremblements de terre *tectoniques*. La croûte terrestre aurait subi, sur une certaine partie de son étendue, par suite de mouvements lents, des pressions latérales de plus en plus énergiques, jusqu'au moment où, par un accident quelconque ou même sans cause appréciable, une rupture d'équilibre se serait produite, et, par suite, de violentes oscillations. La rupture pourrait avoir été déterminée par un léger tremblement de terre volcanique, éprouvé à l'extrémité méridionale de la péninsule. De toute façon, je pense que le tremblement de terre du 23 février n'a pas eu un centre proprement dit, mais un axe. Si mon hypothèse est vraie, cet axe devrait correspondre à une ligne de rupture et serait perpendiculaire à la direction dominante des secousses. On pourrait aussi tirer de cette interprétation la conséquence que les masses rocheuses ont repris définitivement, par la rupture du 23 février, un équilibre permanent, et qu'il est très peu probable que le phénomène se renouvelle. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la tempête sismique italienne-française du 23 février* 1887. Note de M. **Michel-Étienne de Rossi**, présentée par M. Daubrée.

(Renvoi à la Commission.)

« Rome, 3 mars 1887.

» L'examen des données fournies par nos appareils microsismométriques nous a fait constater une suite prolongée d'agitations microscopiques dans toute la péninsule pendant les deux derniers mois, avec des *maxima* des 5, 10 et 16 janvier et 4, 10, 16, 19, 21 février. Ces mouvements microscopiques ont été surtout prononcés et persistants dans les volcans actifs ou éteints et dans plusieurs centres connus d'activité endogène. Ce même fait a été remarqué à l'occasion des tremblements de terre récents de Casamicciola, de Chio, de l'Espagne et de plusieurs autres. On voit bien que les *maxima* microsismiques ont été plus fréquents à l'approche du 23 février. Mais, le 22, un calme parfait était rétabli partout. De même, la petite série des tremblements de terre d'une certaine importance, qui a paru à Aquila à la fin de janvier et au commencement de février, est arrivée pendant une presque disparition, d'une durée de quelques jours, des ondulations microsismiques.

» Il est à regretter qu'il n'y ait pas encore assez d'observations régulières sur la température des eaux thermominérales. Aujourd'hui je ne connais d'observations régulières que celles de la Solfatara di Pozzuoli, où, depuis le commencement de janvier jusqu'à la fin de février, on a constaté que la chaleur a augmenté graduellement de 63° à 70° C.

» Pendant les deux mois dont il s'agit, plusieurs petits tremblements de terre se sont produits en Italie en différentes régions, mais beaucoup moins qu'à l'ordinaire, dans cette saison. Le 5 et le 8 janvier, le Gargano et le Vulture ont été secoués; le 15 et le 22, l'Etna; le 24, la Vénétie. Pendant le mois de février, après le mouvement d'Aquila, le 19 et le 20, l'Etna a été ébranlé de nouveau. Les endroits secoués révèlent des centres différents d'activité actuelle, qui depuis se sont réveillés en coïncidence avec le tremblement de terre ligurien du 23. En effet, le mouvement de l'Etna a précédé de peu le grand phénomène du 23; le Gargano a été secoué le même matin et peu de minutes avant la catastrophe, c'est-à-dire à $6^h 8^m$. La Vénétie n'a pas révélé, il est vrai, de phénomènes sensibles; mais, d'après les observations de M. Goiran à Vérone, il y a eu, depuis le 22 jusque après le 23, une agitation exceptionnelle des appareils, comme on n'en a pas vu dans les autres observatoires de l'Italie. Par conséquent, nous voyons en jeu cinq centres différents d'activité à présenter en Italie : la Sicile, le Gargano, l'Abbruzzo, le Baldo dans la Vénétie, et la Ligurie occidentale.

» Une coïncidence parfaite entre les dépressions atmosphériques et les *maxima* des ondulations microsismiques a été démontrée par Bertelli et toujours confirmée par notre expérience, notamment pour les *maxima* de la première moitié de janvier. Mais l'agitation continuelle qui a suivi a toujours coïncidé avec de hautes pressions, fait que l'expérience nous enseigne très fréquent, lorsqu'un phénomène de premier ordre va éclater. Dans le tremblement de terre du 23, une médiocre dépression atmosphérique avait son centre les 20 et 21 dans le golfe de Gênes. Le 22, elle avait presque disparu, mais du 22 au 23 le baromètre a monté tout à coup de 5^{mm}. L'avenir nous montrera si l'on doit quelquefois attribuer à ces oscillations barométriques le choix de la région à secouer.

» Je ne peux pas entrer ici dans la discussion des détails, pour déterminer l'épicentre du tremblement de terre. Je dirai seulement que l'analyse de tous les faits et surtout des directions des ondes sismiques nous montre que le point de départ des vibrations a été sur une fracture géologique sous-marine, parallèle au rivage de la mer ligurienne, aboutissant, vers l'est, à la région de Chiavari. Les autres tremblements de terre arrivés dans la même contrée depuis 1564 jusqu'à l'époque actuelle ont suivi toujours la même ligne et ont endommagé les mêmes endroits. Surtout en 1818, dans la même journée du 23 février, un tremblement de terre identique a agité les mêmes lieux avec le même centre linéaire et avec le même précurseur en Sicile, qui, le 20, a été désastreux aux alentours de l'Etna. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Secousses de tremblement de terre ressenties à Clermont-Ferrand, le 23 février.* Extrait d'une Lettre de M. **Alluard** à M. Daubrée.

(Renvoi à la Commission.)

« Clermond-Ferrand, dimanche 6 mars 1887.

» Le tremblement de terre du 23 février s'est fait ressentir jusqu'à Clermont-Ferrand. Il résulte des observations recueillies par moi que, surtout dans la ville basse, c'est-à-dire autour du mamelon au sommet duquel est bâtie la cathédrale, il y a eu beaucoup de pendules arrêtées à $5^h 50^m$ du matin (heure de la ville), quelques sonnettes agitées assez fortement pour réveiller les domestiques, plusieurs meubles remués, et enfin, dans les troisième et quatrième étages de maisons élevées, des personnes réveillées par de légères secousses. On n'a rien constaté dans les deux stations de l'Observatoire, et par conséquent aucun effet au sommet du puy de Dôme. Mais dans la plaine, à Gerzat, à Orcet, il y a eu une légère secousse.

» Je continue mon enquête, ne voulant consigner que des effets bien constatés. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre du 23 février, à Nice.* Extrait d'une Lettre de M. **Perrotin** à M. Faye.

(Renvoi à la Commission.)

« Le mercredi, 23 février, à $5^h 59^m$ du matin, nous éprouvions une très forte secousse. Ceux qui l'ont ressentie ne sont pas bien d'accord sur la durée du phénomène; pour moi, il a duré certainement près d'une minute. J'étais éveillé avant le commencement de la secousse et j'ai pu en observer toutes les péripéties. Faible d'abord, elle a été en augmentant avec une étonnante rapidité. Dès l'origine, j'ai voulu me lever, mais je ne pouvais pas me tenir debout : le plancher oscillait de l'est à l'ouest, d'une façon extraordinaire. Ces oscillations, à assez longue période, étaient accompagnées de trépidations d'une violence inouïe, de très courte durée, mais néanmoins d'une amplitude assez grande. Le tout était accompagné d'un bruit continu très intense, pareil à celui que produit le passage d'un train sur un pont de fer. Il y avait dans tout cela des craquements provenant sans doute de la désagrégation des matériaux du sol et des murs des habitations, ainsi que des bruits métalliques très caractérisés.

» La secousse principale a été suivie de plusieurs autres, mais de moindre importance; elles ont eu lieu aux heures suivantes :

» Le 23 au matin : $6^h 10^m$, $8^h 30^m$ (cette dernière courte, mais assez violente);

» Dans la nuit du 23 au 24 : $11^h 15^m$ et $1^h 50^m$;

» Le 25, à $5^h 15^m$ du matin.

» En réalité, les secousses ont été beaucoup plus nombreuses, et, dans les quarante-huit heures qui ont suivi la secousse principale, il suffisait de prêter quelque attention à ce qui se passait sous nos pieds pour constater qu'il se produisait de fréquentes trépidations du sol.

» A notre observatoire de Nice, il s'est produit quelques légères lézardes dans l'étage supérieur, au-dessus des portes et des fenêtres. Les instruments n'ont pas souffert : les pendules se sont simplement arrêtées. La mer m'a paru agitée sur le bord, après la première secousse ; peu de temps après, elle était tout à fait calme.

» Le tremblement de terre s'est fait principalement sentir dans la portion ouest du golfe de Gênes, et le centre de la perturbation semble avoir eu son siège dans la région de la Ligurie qui comprend Savone et confine à la province de Coni.

» Jusqu'ici, et malgré certaines apparences, ni l'Etna ni le Vésuve ne semblent être pour rien dans la production du phénomène.

» Les courbes du magnétographe n'indiquent rien de bien intéressant ; la courbe de la force verticale de mercredi montre une perturbation magnétique notable. »

M. l'abbé Maze transmet à l'Académie quelques extraits de Lettres relatives au tremblement de terre du 23 février.

(Renvoi à la Commission.)

ZOOLOGIE. — *Observations au sujet d'une Note récente de M.* Donnadieu *sur les pontes hivernales du Phylloxera*; par M. **Balbiani.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans les *Comptes rendus* du 21 février dernier, M. Donnadieu s'élève contre un passage de mon Mémoire [1], où il est dit que le cycle biologique du Phylloxera du chêne suit des phases parallèles à celles de l'arbre qui le nourrit ; que, pendant l'hiver, les insectes disparaissent avec les feuilles, pour se remontrer à la reprise de la végétation au printemps suivant, et que, pendant toute la saison froide, l'espèce n'est représentée que par les œufs fécondés, déposés sur le bois.

» Pour démontrer l'inexactitude de cette assertion, M. Donnadieu cite l'observation qu'il a faite, de colonies de Phylloxeras, composées d'insectes de tout âge et de leurs œufs, qui, par les froids rigoureux de cet hiver, couvraient les branches dépouillées du chêne.

» Le chêne nourrit, comme on sait, un grand nombre d'espèces d'Aphidiens appartenant aux genres les plus divers, et chez plusieurs desquelles les femelles ovipares prolongent souvent leurs pontes jusqu'à une époque avancée de l'hiver. On peut se demander si M. Donnadieu ne s'est pas trompé dans la détermination des insectes qu'il observait. Mais admettons

---

[1] *Le Phylloxera du chêne et le Phylloxera de la vigne. Études d'entomologie agricole.* Paris, Gauthier-Villars ; 1884

qu'il n'y ait pas eu d'erreur de ce genre et que l'espèce dont il s'agit fût bien le Phylloxera du chêne, ou, pour parler plus exactement, une des trois ou quatre espèces de Phylloxeras qui vivent sur nos chênes indigènes. La conclusion que M. Donnadieu tire de son observation prouve, selon moi, qu'il a pris l'exception pour la règle; qu'il a déduit de quelques faits isolés la pérennité de l'espèce et l'achèvement de son cycle d'évolution en plus d'une année. Tous les naturalistes s'accordent, en effet, à décrire les divers Phylloxeras du chêne de nos pays comme des espèces annuelles, ainsi que je l'ai fait moi-même dans le passage incriminé de mon Mémoire. Mais tous savent également que, chez plusieurs de nos Aphidiens annuels, on rencontre çà et là quelques colonies qui hivernent sur leur plante nourricière, tout en continuant, malgré la rigueur de la saison, à se reproduire par des femelles agames. Réaumur, de Geer, Kyber, Bouché, Kaltenbach, et plus récemment M. Lichtenstein (¹) ont cité des faits de ce genre. Moi-même, en janvier 1869, par un froid de — 9° C., j'ai trouvé, au Jardin du Luxembourg, une colonie du Puceron du rosier, composée de grosses femelles agames et de leur progéniture de tout âge.

» Cette colonie était certainement la seule qui eût survécu à toutes les autres qui, l'été précédent, couvraient les branches des rosiers du jardin. Dans le fait signalé par M. Donnadieu, il ne s'agit probablement que d'un de ces cas fortuits d'hibernation, qui n'infirment en aucune façon la loi normale d'évolution de l'espèce. M. Donnadieu nous donne du reste lui-même la preuve de la rareté de sa trouvaille, en appelant à la constater une assemblée de plus de deux cents personnes.

» Si l'hibernation était, au contraire, une habitude normale et régulière du Phylloxera du chêne, il est au moins singulier qu'on ne la trouve signalée par aucun des nombreux observateurs qui ont étudié les mœurs de cet insecte (²). J'ai observé, soit à Paris, soit dans différentes localités de la province, pendant plusieurs années consécutives, les mêmes planta-

---

(¹) *Résistance des Pucerons aux froids rigoureux* (*Comptes rendus*, t. XC, p. 80; 1880).

(²) Il n'en est fait aucune mention dans les écrits de Koch, Kaltenbach, Boyer de Fonscolombe, Passerini, Buckton, M. Signoret, M. Victor Lemoine, etc. « Les espèces annuelles, dit M. Lichtenstein, sont, je crois, bien plus nombreuses que les espèces à durée illimitée; ainsi les Phylloxeras du chêne (*P. quercus*, *P. coccinea*, *P. corticalis*), les Pucerons des ormeaux (*Tetraneura* et *Schizoneura*), ceux du peuplier et des pistachiers (*Pemphigus* et *Aploneura*) ont, quelques-uns au moins, une période où l'œuf seul existe, sans avoir à côté une forme aptère hivernante. » (*Comptes rendus*, t. XC, p. 81; 1880.)

tions de chênes couvertes régulièrement, pendant toute la belle saison, de nombreux Phylloxeras. A l'approche de l'hiver, ceux-ci disparaissaient non moins régulièrement, en laissant sur les arbres les œufs destinés à renouveler les colonies l'année suivante. »

M. Laborier adresse une Note « Sur la vie du Phylloxera du chêne pendant l'hiver ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. H. Delaunay prie l'Académie de soumettre à l'examen d'une nouvelle Commission le Mémoire qu'il lui avait adressé au mois de juillet 1863, sur la prophylaxie de la rage et de la morve. Les Commissaires nommés à cette époque étaient MM. Rayer, Claude Bernard, Longet, qui sont morts depuis et qui n'avaient point fait de Rapport sur ce Mémoire.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Pasteur, Richet, Charcot.)

M. L. van den Driefsche adresse une Note relative à la maladie connue, dans l'extrême Orient, sous le nom de *Beri-Beri*. Il croit pouvoir attribuer cette maladie à l'usage du riz importé de Chine, et propose d'interdire la consommation de ce riz dans les possessions françaises.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 2e édition de l'Ouvrage de MM. *A.-V. Cornil* et *V. Babes*, intitulé « Les bactéries et leur rôle dans l'anatomie et l'histologie pathologiques des maladies infectieuses ».

M. Bouquet de la Grye, en présentant à l'Académie une photographie de la Lune, obtenue à l'observatoire national de Tacubaya (Mexique), s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie un premier essai de photographie lunaire, obtenu dans le nouvel observatoire national du

Mexique, par le lieutenant-colonel Quintana, sous la direction de M. Anguiano.

» La lunette employée a un objectif de $0^m,38$ de diamètre, et ce premier résultat montre le parti que la Science pourra tirer d'un appareil placé à une altitude de 2000^m, dans un pays où la pureté du ciel est très grande.

» M. Anguiano, directeur de l'observatoire de Tacubaya, donne, dans une Lettre accompagnant cette épreuve photographique, la différence en longitude entre Tacubaya et Chapultepec (ancien observatoire) : elle est de $+3^s,35$ ouest. Les observations, en vue de relier Tacubaya à Saint-Louis (Missouri), sont achevées, le volume qui les contient est à l'impression; l'observatoire national du Mexique peut donc être considéré dès à présent comme relié géographiquement aux États-Unis, et par suite à l'Europe. »

M. E. Lancereaux prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *P. Bert*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Barnard (II) et de la nouvelle planète Palisa, faites à l'observatoire d'Alger, au télescope de* $0^m,50$. Note de MM. Trépied et Rambaud, présentée par M. Mouchez.

Dates. 1887.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Astre — ✱. Ascension droite apparente.	Astre — ✱. Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
			Comète Barnard (II).			
			m s	′ ″		
Févr. 24.....	*a* B.D., 899 + 17°.	8,9	+0. 8,08	—15.18,9	12:12	T.
24.....	*a* »	»	—0. 2,42	—13.13,9	10:10	R.
26.....	*b* B.D., 853 + 19°.	6,5	+0.10,23	— 2.38,6	10:10	T.
26.....	*b* »	»	+0. 5,73	— 1.28,5	8:8	R.
			Planète Palisa.			
28.....	*c* B.D., 2325 + 7°.	9,2	—1.17,10	+ 4. 7,4	6:6	T.
28.....	*c* »	»	—1.18,29	+ 4. 3,6	9:9	T.
Mars 2.....	*d* B.D., 2289 + 7°.	6,5	+6.13,04	— 3.26,6	12:14	T.
2.....	*d* »	»	+6.11,03	— 3.36,1	4:7	R.

Positions des étoiles de comparaisons.

Dates. 1887.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Févr. 24........	*a*	5.12. 4,72	+0,30	+17.52.34,2	— 8,8	Lal., n° 9952.
26........	*b*	5. 2.10,24	+0,22	+19.42.42,3	— 8,0	W_2, n° 1410, 4^h.
28........	*c*	10.27.55,90	+1,19	+ 7.17.18,2	—10,3	W_1, n° 453, 10^h.
Mars 2........	*d*	10.17. 6,02	+1,19	+ 7. 7. 0,1	—10,6	W_1, n° 256, 10^h.

Positions apparentes de la comète et de la planète Palisa.

Dates. 1887.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		Comète Barnard.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Févr. 24......	11. 8.45	5.12.13,10	$\bar{1}$,652	+17.37. 6,5	0,614
24......	11.30.38	5.12. 2,60	$\bar{1}$,671	+17.39.11,5	0,607
26......	10.58.57	5. 2.20,67	$\bar{1}$,665	+19.39.55,7	0,604
26......	11.10.34	5. 2.16,19	$\bar{1}$,674	+19.41. 5,8	0,596
		Planète Palisa.			
28......	12.39.08	10.26.39,99	$\bar{2}$,987	+ 7.21.15,3	0,642
28......	12.51.40	10.26.38,80	$\bar{1}$,089	+ 7.21.11,5	0,643
Mars 2......	12.32.38	10.23.20,25	$\bar{1}$,028	+ 7. 3.22,9	0,646
2......	13. 0.14	10.23.18,24	$\bar{1}$,211	+ 7. 3.13,4	0,649

Comète Barnard (II).

» *Février* 24. — Faible nébulosité d'environ 2′ de diamètre; noyau diffus. A $11^h 36^m$, la comète occulte une étoile de 13e grandeur.

» *Février* 26. — A $11^h 21^m$, la comète occulte l'étoile de comparaison. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Distribution en latitude des phénomènes solaires pendant l'année* 1886. Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« Rome, le 3 mars 1887.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats que j'ai obtenus sur la distribution en latitude des différents phénomènes solaires observés

pendant l'année 1886. En calculant la fréquence pour chaque zone de 10° dans les deux hémisphères du Soleil, j'ai trouvé les nombres indiqués par le Tableau suivant :

Latitude.	Fréquence des taches.	des éruptions.	des facules.	des protubérances.
90° à +80°	0	0	0	0,001
80 +70	0	0	0	0,006
70 +60	0	0	0	0,011
60 +50	0	0	0	0,030
50 +40	0	0	0	0,083
40 +30	0	0	0,011	0,096
30 +20	0,010	0	0,031	0,114
20 +10	0,192	0,045	0,150	0,108
10 0	0,172	0,183	0,196	0,082
0 −10	0,364	0,455	0,285	0,089
10 −20	0,232	0,227	0,227	0,092
20 −30	0,030	0,045	0,085	0,088
30 −40	0	0,045	0,011	0,110
40 −50	0	0	0,004	0,073
50 −60	0	0	0	0,010
60 −70	0	0	0	0,003
70 −80	0	0	0	0,003
80 −90	0	0	0	0,001

» Les conclusions qu'on peut tirer de ces résultats sont les suivantes :

» 1° Les éruptions, les groupes de taches et de facules solaires ont été plus fréquents dans l'hémisphère austral du Soleil, tandis que les protubérances hydrogéniques sont en nombre plus grand au nord de l'équateur.

» 2° Les protubérances solaires figurent dans toutes les zones, tandis que les autres phénomènes se trouvent presque entièrement contenus entre l'équateur et ± 40°, comme en 1885.

» 3° Les facules, les taches et les éruptions solaires présentent un accord marqué pour les zones du maximum de la fréquence entre ± 20°, et un seul maximum a lieu dans la même zone (0° — 10°).

» 4° Les zones du maximum de la fréquence des protubérances ne correspondent pas avec celles qui se rapportent aux autres phénomènes, car les protubérances présentent deux maxima à (+ 20° ÷ 30°) et (— 30° — 40°), c'est-à-dire à des latitudes plus élevées.

» 5° La fréquence totale dans chaque hémisphère est représentée par les nombres suivants :

	Nord.	Sud.
Protubérances............	0,531	0,469
Facules..................	0,388	0,612
Taches...................	0,374	0,626
Éruptions................	0,228	0,772

c'est-à-dire qu'on a une fréquence bien plus grande dans l'hémisphère austral, pour les facules, taches et éruptions, comme pendant l'année précédente; tandis que, pour les protubérances, on a une fréquence presque égale au nord et au sud de l'équateur, ce qui s'accorde avec leur présence dans toutes les zones, comme en 1885. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de formes de différentielles et sur la théorie des systèmes d'éléments.* Note de M. G. Kœnigs, présentée par M. Darboux.

« Lorsque l'on adopte la ligne droite pour élément de l'espace, il existe une forme quadratique des différentielles dont l'évanouissement exprime la rencontre de deux droites infiniment voisines. Cette forme fondamentale sert à coordonner les propriétés infinitésimales de l'espace réglé. Représentons par $M(u \mid du)$ cette forme fondamentale, où les quantités u_1, u_2, u_3, u_4 seront les quatre paramètres dont dépend la droite, et soit $\mathfrak{M}(u \mid \lambda)$ sa forme adjointe, qui est également une forme quadratique des quantités λ. Toute fonction θ des variables u donne lieu à un paramètre différentiel

$$\mathfrak{M}\left(u \,\middle|\, \frac{\partial\theta}{\partial u}\right),$$

dont l'importance a été reconnue par M. Klein. Si ce paramètre est nul, le complexe $\theta = 0$ est formé des tangentes d'une surface ou des sécantes d'une courbe.

» Des faits analogues subsistent lorsque l'on prend la sphère pour élément; le contact de deux sphères s'y substitue à la rencontre de deux droites.

» Je me propose ici d'étendre tous ces résultats au cas d'un élément quelconque.

» D'abord, puisqu'une transformation de contact change un système de

courbes en un système de surfaces, il suffit de raisonner sur ce dernier cas, quitte à traduire, s'il y a lieu, les résultats obtenus dans le langage des courbes, conformément à la doctrine des transformations de contact.

» Soit une surface (u) dépendant de $(n+1)$ paramètres $u_1, u_2, \ldots, u_n, u_{n+1}$, le contact de deux surfaces infiniment voisines s'exprime par l'évanouissement d'une forme des différentielles du, dont les coefficients dépendent des u. Représentons par

$$\text{(A)} \qquad M(u_1, u_2, \ldots, u_{n+1} \mid du_1, du_2, \ldots, du_{n+1}) = M(u \mid du)$$

cette forme. Je m'occuperai d'abord de caractériser les formes de différentielles telles que (A).

» Ces formes possèdent deux caractères qui leur sont propres : l'un est purement algébrique, l'autre est transcendant ou, plus exactement, différentiel.

» 1° *Caractère algébrique des formes* (A). — Introduisons des variables finies $t_1, t_2, \ldots, t_{n+1}$, et considérons la forme $M(u \mid t)$.

» Les t étant regardés comme des coordonnées ponctuelles, homogènes linéaires dans un espace à n dimensions, l'équation $M(u \mid t) = 0$ représente une surface dans cet espace. Il y a dans l'espace à n dimensions $(n-1)$ catégories de surfaces ; le plan tangent des surfaces de la première catégorie dépend de $(n-1)$ paramètres, comme le point de contact; pour celles de la seconde, il dépend seulement de $(n-2)$ paramètres, et ainsi de suite, jusqu'aux surfaces dont le plan tangent ne dépend que de deux ou même d'un seul paramètre. Ces dernières sont les surfaces développables de l'espace à n dimensions, les autres sont en quelque sorte semi-développables. Ce qui caractérise *algébriquement* la forme (A), c'est que la surface représentée par l'équation $M(u \mid t) = 0$ a des plans tangents qui ne dépendent que de *deux* paramètres.

» La condition de contact du plan

$$\text{(P)} \qquad T_1 t_1 + T_2 t_2 + \ldots + T_{n+1} t_{n+1} = 0$$

s'exprime par $(n-2)$ équations homogènes

$$\text{(B)} \qquad \mathfrak{M}_1(u \mid T) = 0, \qquad \mathfrak{M}_2(u \mid T) = 0, \qquad \ldots, \qquad \mathfrak{M}_{n-2}(u \mid T) = 0,$$

en sorte que la forme (A), au lieu d'avoir *une* forme adjointe, comme c'est le cas général, possède *un système adjoint* de formes, le système des formes (B).

» 2° *Caractère différentiel.* — Outre le caractère précédent, les formes (A) possèdent un caractère transcendant qui consiste en ce que les équations différentielles simultanées aux dérivées partielles

$$(C) \quad \mathfrak{M}_1\left(u \left| \frac{\partial\theta}{\partial u}\right.\right) = 0, \quad \mathfrak{M}_2\left(u \left| \frac{\partial\theta}{\partial u}\right.\right) = 0, \quad \ldots, \quad \mathfrak{M}_{n-2}\left(u \left| \frac{\partial\theta}{\partial u}\right.\right) = 0$$

forment un *système complet,* c'est-à-dire admettent une solution complète comprenant $(n+1)-(n-2)=3$ constantes, dont une, évidemment, est additive à la fonction θ.

» Supposons, réciproquement, que l'on parte d'un système complet (C) quelconque; en formant les équations (B) et cherchant l'enveloppe du plan (P) qui vérifie ces équations, on tombera sur une forme $M(u \mid t)$. La forme $M(u \mid du)$ est fondamentale pour une infinité de systèmes d'éléments. J'ai réussi à prouver même que tous ces systèmes d'éléments dérivent les uns des autres par une transformation de contact. Si donc on considère deux éléments tels que la forme fondamentale soit la même pour tous les deux, ou encore que la forme fondamentale de l'un dérive de l'autre par un simple changement de variables, on est assuré qu'une transformation de contact permet de passer d'un système d'éléments à l'autre. Tel est le cas de la droite et de la sphère; dans les deux cas, la forme fondamentale est la somme des carrés des différentielles (ou peut être ramenée à ce type) : donc, *a priori,* une transformation de contact permet de passer de la droite à la sphère; M. Sophus Lie a depuis longtemps donné cette remarquable transformation.

» On voit donc que, si l'on appelle *classe d'éléments* tous les éléments qui dérivent les uns des autres par une transformation de contact, *classe de formes de différentielles* l'ensemble des formes qui dérivent les unes des autres par un changement de variables, on peut dire : A toute classe d'éléments correspond une classe de formes, et inversement; pourvu, bien entendu, que le double caractère algébrique et différentiel se rencontre dans les formes considérées.

» Dans une prochaine Communication, nous donnerons quelques développements aux considérations précédentes. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la rectification de la trisectrice de Maclaurin, au moyen des intégrales elliptiques.* Note de M. G. DE LONGCHAMPS.

« Cette courbe célèbre [1] est caractérisée par les propriétés suivantes :

» 1° C'est une cubique circulaire droite ;

» 2° Elle possède un nœud, et les tangentes en ce point sont inclinées, sur l'axe de la courbe, d'angles égaux à $\pm \frac{\pi}{3}$.

» Voici une génération de cette courbe qui ne paraît pas avoir été observée encore et qui conduit à la rectification de la courbe, au moyen des intégrales elliptiques de la première et de la deuxième espèce.

» Prenons, dans un cercle Δ, un rayon fixe OA, et, par les extrémités O, A de ce rayon, menons deux semi-droites parallèles, mobiles ; elles rencontrent Δ, respectivement, aux points B et C. Le pôle de BC décrit une trisectrice de Maclaurin.

» Dans le système d'axes que nous adoptons, AO étant l'axe polaire, et l'origine étant en O, on a immédiatement, pour l'équation de la courbe,

$$\rho = R \frac{1}{\cos\frac{\omega}{3}}.$$

» La formule

$$ds^2 = d\rho^2 + \rho^2 d\omega^2$$

donne, dans l'exemple présent,

$$S = R \int \frac{d\frac{\omega}{3}}{\cos^2\frac{\omega}{3}} \sqrt{8\cos^2\frac{\omega}{3} + 1}.$$

Posons

$$\tang\frac{\omega}{3} = z;$$

nous avons

$$dz = \frac{d\frac{\omega}{3}}{\cos^2\frac{\omega}{3}}$$

---

(1) Voir le *Traité des fluxions* de Maclaurin (1749, *Pl.* X, *fig.* 134, p. 198).

et, finalement,

$$S = R\int\sqrt{\frac{9+z^2}{1+z^2}}\,dz.$$

» Par une transformation connue, posons encore

$$z^2 = \frac{x^2}{1-x^2},$$

le calcul donne

$$S = R\int\frac{\sqrt{9-8x^2}}{(1-x^2)\sqrt{1-x^2}}\,dx$$

ou

$$S = \frac{R}{3}\int\frac{dx}{(1-x^2)\sqrt{1-x^2}\sqrt{1-\frac{8}{9}x^2}} + \frac{8R}{3}\int\frac{dx}{\sqrt{1-x^2}\sqrt{1-\frac{8}{9}x^2}}.$$

» En désignant, suivant l'usage, par u, v, w les intégrales elliptiques de première, de deuxième et de troisième espèce, nous pouvons donc écrire

$$S = \frac{R}{3}w + \frac{8R}{3}u.$$

» Mais ici le *paramètre* de w est égal à -1 et l'on sait [1] que, dans ce cas particulier, la fonction de troisième espèce peut s'exprimer, au moyen des fonctions u et v, par la formule

$$(1-k^2)w + k^2(u-v) = \frac{x\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}}{1-x^2};$$

k^2 désignant le carré du *module* qui, dans notre exemple, est donné par l'égalité

$$k^2 = \frac{8}{9}.$$

» En résumé, la trisectrice de Maclaurin est rectifiable au moyen d'une fonction algébrique et des intégrales elliptiques de première et de deuxième espèce.

» On peut abréger un peu le calcul que nous avons indiqué pour la transformation de l'intégrale

$$R\int\frac{\sqrt{9-8x^2}}{(1-x^2)\sqrt{1-x^2}}\,dx,$$

---

[1] Serret, *Calcul intégral*, p. 48.

en observant que l'on a

$$\int \frac{\sqrt{1-k^2x^2}}{(1-x^2)\sqrt{1-x^2}}\,dx = \frac{x\sqrt{1-k^2x^2}}{\sqrt{1-x^2}} + \int \frac{k^2x^2\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}};$$

ce qui ramène alors, comme nous l'a fait observer M. Hermite, l'arc de la courbe à un terme algébrique et à l'intégrale de seconde espèce, sous la forme employée par M. Weierstrass.

» *Remarque*. — Nous ferons observer, en terminant cette Note, que la corde BC dont il est question ci-dessus enveloppe une cardioïde; en rapprochant ce fait de la génération que nous avons imaginée pour la trisectrice, on est conduit à cette remarque intéressante que *la trisectrice de Maclaurin et la cardioïde sont deux courbes corrélatives par rapport à un cercle* Δ *convenablement choisi*.

» Si, sur une droite indéfinie δ, on imagine cinq points équidistants M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, rangés dans l'ordre indiqué par les indices, la trisectrice de Maclaurin vérifie les conditions géométriques suivantes :

» 1° Son asymptote réelle est la perpendiculaire élevée au point M_1 perpendiculairement à δ;

» 2° Le nœud de la courbe est au point M_2;

» 3° Le sommet de la courbe est M_5.

» Le cercle Δ dont il est ici question est celui qui est décrit du point M_4, comme centre, avec M_4M_5 pour rayon. L'idée, peu naturelle au fond, de considérer ce cercle, conduit à l'équation qui nous a servi de point de départ et de laquelle on peut déduire, outre la propriété signalée ici, de nombreuses remarques sur la trisectrice et la cardioïde. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres des étincelles des bobines à gros fil.* Note de M. E. **Demarçay**, présentée par M. Cornu.

« Dans une Note publiée par moi, il y a déjà quelque temps, sur ce sujet se trouve une phrase qui est de nature à induire en erreur et que je me propose de rectifier ici.

» Je disais que les spectres en question étaient, à en juger par ceux des métaux alcalins, des spectres d'arc. Cette conclusion n'est point exacte pour tous les corps. Voici ce que j'ai constaté à ce sujet, en comparant ces spectres [1] avec ceux qu'ont décrits MM. Liveing et Dewar.

---

[1] Dans la région moins réfrangible que $\lambda = 330$.

» Les spectres de K, Na, Tl, Al paraissent identiques.

» Ceux de Ba, Sr, Ca semblent identiques aux intensités près des raies. Par exemple, dans le spectre de Ca, les deux raies H et K et les deux raies de part et d'autre de O signalées par M. Cornu l'emportent de beaucoup sur les triplets, dont les intensités sont d'ailleurs entre eux semblables à celles que donnent MM. Liveing et Dewar. Ces auteurs marquent sur leurs planches les triplets aussi forts que les raies H et K.

» Les spectres de Sn, Pb, Hg sont au contraire très différents et ne sont pas non plus pareils à ceux qu'ont donnés MM. Hartley et Adeney. A en juger par la portion visible, ils ne diffèrent *en général* de ceux décrits par M. Lecoq de Boisbaudran que par quelques raies peu importantes en plus et par des différences générales d'intensité; à savoir l'intensité supérieure des raies bleues et violettes relativement aux rouges. Ce sont en somme, pour ces corps, des spectres particuliers.

» J'ai aussi remarqué que l'on peut obtenir, contrairement à ce que j'avais cru voir jadis, les raies du fluor et de l'oxygène. Pour obtenir celles du premier, il suffit de faire jaillir l'étincelle sur de l'acide fluorhydrique concentré. On observe le spectre décrit par M. Salet. Si la solution est un peu étendue ou riche en métal, elles ne paraissent pas. Quant aux raies de l'oxygène, on les observe avec l'eau distillée, les acides purs étendus, l'acide azotique fumant. Du moins, je crois pouvoir attribuer à ce corps une raie rouge, $\lambda = 616,0$, qui paraît dans ces conditions.

» Les auteurs ne signalent, à la vérité, cette forte raie de l'oxygène qu'à $\lambda = 617,1$. Mais cette raie est forte et diffuse, et je suis enclin à la croire identique à celle que j'ai observée. Avec l'acide azotique fumant, cette raie est de même forte et diffuse et paraît plus voisine de 617. J'ai également observé dans ces conditions (eau distillée, acide azotique fumant) quelques raies violettes et bleues qui paraissent se rapporter à l'oxygène. Toutes ces raies disparaissent d'ailleurs complètement dès que la solution contient une quantité un peu sensible de métal ou bien si l'acide est très concentré. »

CHIMIE. — *Sur les lois de la dissolution. Réponse à MM.* Chancel *et* Parmentier, par M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Dans une Communication récente (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 474), MM. Chancel et Parmentier ont cherché à établir que la loi de la dissolution que j'avais énoncée n'est pas générale et se trouve dans certains cas

en contradiction avec les faits. Ils ont cité, à l'appui de cette opinion, quelques expériences relatives à la solubilité de l'orthobutyrate et de l'isobutyrate de chaux, desquelles il résulterait que le sens de la variation de solubilité d'un corps avec la température n'est pas nécessairement déterminé par le signe de la chaleur de dissolution à saturation. Cette conclusion ne me paraît nullement ressortir des expériences en question : pour l'orthobutyrate, l'accord entre la théorie et l'expérience est parfait, puisque, à la température ordinaire, une diminution de solubilité correspond à une chaleur de dissolution positive; pour l'isobutyrate seul, il y aurait désaccord; la chaleur de dissolution serait encore positive avec une solubilité croissante, tandis que la théorie exige qu'elle soit négative. Mais, en réalité, la chaleur de dissolution observée, $0^{Cal},6$, est inférieure aux erreurs possibles d'expérimentation, de telle sorte qu'il n'est pas possible de déduire de ce nombre aucune conséquence.

» Les expériences de MM. Chancel et Parmentier ne contredisent donc nullement la loi que j'ai énoncée; mais je ne m'en tiendrai pas à cette réponse négative. Il est possible, en effet, de déterminer le signe de la chaleur de dissolution à saturation, par un procédé à la fois plus simple et plus précis que la méthode calorimétrique : il suffit de verser un peu d'eau sur un excès de sel et d'observer la marche du thermomètre placé dans le mélange. On obtient ainsi des variations de température bien plus considérables que dans un calorimètre renfermant une masse d'eau considérable; les erreurs de mesure en sont réduites d'autant.

» J'ai placé, dans un tube à essai, avec un thermomètre donnant les centièmes de degré, 15^{gr} d'isobutyrate de chaux rapidement essoré à la trompe; il est indispensable d'opérer avec un sel humide, pour éviter la présence de sel effleuri qui fausserait tous les résultats. Dans un verre, j'ai mis, d'autre part, de l'eau distillée, une pipette et un second thermomètre; les deux vases, placés dans un calorimètre, furent laissés vingt-quatre heures en repos. Une fois les températures bien égalisées, 10^{cc} d'eau furent versés sur le sel. Les températures observées, après correction de l'écart normal des deux thermomètres égal à $0°,03$, ont été les suivantes :

	Températures	
Heures.	du sel.	de l'eau.
h m	o	o
9.0	12,980	12,975
9.5	12,980	12,975

» On verse l'eau en ouvrant un instant le calorimètre :

Heures.	Températures du sel.	Températures de l'eau.
h m	o	o
9. 6	12,900	»
9. 7	12,810	»
9. 8	12,780	»
9.10	12,790	12,990
9.12	12,80	»

» Il s'est donc produit, pendant la dissolution, un abaissement de température de 0°, 2.

» En conséquence, la solubilité de l'isobutyrate suit bien la loi que j'ai énoncée.

» Mais ce n'est pas tout : pour les deux sels en question, la variation de solubilité change de signe avant d'arriver à 100°; la chaleur de dissolution doit donc éprouver une variation correspondante. Pour le vérifier, j'ai mis ces sels, avec un thermomètre divisé en dixièmes de degré, dans un tube à essai étiré en pointe fine et placé lui-même dans un vase contenant de l'eau bouillante. Une fois l'équilibre de température à peu près atteint, j'ai brisé la pointe, pour laisser rentrer l'eau, et noté la marche du thermomètre. Les résultats ont été les suivants, après correction d'un écart constant de 0°, 2 entre les thermomètres :

	Isobutyrate de chaux.	Orthobutyrate de chaux.
Température de l'eau	100°,8	100°,95
Température du sel	100,6	100,70
Après mélange	101,3	99,7
D'où échauffement	+0,6	−1,1

» Par conséquent, à 100° encore, le sens de la variation de solubilité de ces sels est bien réglé par le signe de la chaleur de dissolution. Les expériences de MM. Chancel et Parmentier donnent donc une vérification aussi parfaite que possible de la loi incriminée.

» On peut tenter une vérification plus intéressante encore; la loi en question veut qu'à tout changement brusque de la chaleur de dissolution corresponde un changement angulaire brusque de la tangente à la courbe de solubilité. L'isobutyrate de soude, cristallisant au-dessus de 80° avec 4^{eq} d'eau de moins, éprouve dans sa chaleur de dissolution un changement

brusque d'environ 3^{Cal}; à cette température, la courbe de solubilité doit nécessairement présenter un point anguleux. Cette conséquence de la théorie ne peut malheureusement pas être contrôlée immédiatement, MM. Chancel et Parmentier n'ayant pas publié les résultats bruts de leurs expériences, mais des nombres obtenus par interpolation. Je donne ici la rectification de ces nombres, effectuée conformément à la théorie, et j'ai la conviction absolue que ces chiffres ainsi corrigés représentent beaucoup plus exactement que ceux qui ont été publiés les résultats directs de l'expérience, qui me sont inconnus :

Solubilité de l'isobutyrate de chaux.

	Solubilités	
Température.	publiées par MM. Chancel et Parmentier.	corrigées d'après la théorie.
60°	26,7	26,7
65	27,3	27,4
70	27,7	28,2
75	28,1	29,0
80	28,2	29,8
85	28	28,7
90	27,5	27,5
95	26,6	26,7
100	25,1	25,1

» Malgré toutes ces vérifications, je tiens à rappeler que la loi de la dissolution que j'ai énoncée ne peut être acceptée que comme une loi approchée. Elle repose sur un certain nombre de lois expérimentales plus ou moins exactes : loi de Gay-Lussac, appliquée aux vapeurs saturées; loi de Wüllner, etc.; et surtout elle n'est pas complètement d'accord avec le *principe de l'opposition de l'action et de la réaction* dans les équilibres chimiques ,dont l'exactitude paraît être rigoureuse. D'après cette loi, le phénomène de dissolution devrait dépendre de la chaleur de dissolution à saturation en partant d'une solution presque saturée et non en partant de l'eau pure. Il est vrai que dans tous les cas observés jusqu'ici ces deux chaleurs de dissolution se trouvent être de même signe. »

CHIMIE. — *Sur quelques formules relatives aux dissolutions salines.* Note de M. **Duhem**, présentée par M. Debray.

« M. G. Kirchhoff a donné en 1858 [1] la relation suivante

$$(1)\qquad \lambda = \frac{AR}{\varpi} T^2 \frac{\partial}{\partial T} \log \frac{p}{\Pi},$$

dans laquelle $\lambda\, dm_1$ est la chaleur dégagée par l'addition d'un poids d'eau dm_1 à une dissolution de concentration s à la température absolue T; A est l'inverse de l'équivalent mécanique de la chaleur; R une constante qui a la même valeur pour tous les gaz parfaits; ϖ le poids moléculaire de la vapeur d'eau; p la tension de vapeur saturée d'une dissolution de concentration s à la température T; Π la tension de vapeur saturée de l'eau pure à la température T.

» M. G. Kirchhoff a donné également une formule qui exprime la quantité de chaleur C dT qu'il faut fournir à un système formé de l'unité de poids du sel, en partie solide, en partie dissous à saturation dans un poids h d'eau, pour élever sa température de dT. Cette formule est

$$(2)\qquad C = c_2 + hc_1 - h\frac{AR}{\varpi}\frac{d}{dT}\left(T^2 \frac{d}{dT}\log\frac{P}{\Pi}\right).$$

Dans cette formule, c_1 est la chaleur spécifique de l'eau pure, c_2 la chaleur spécifique du sel solide et P la tension de vapeur d'une dissolution saturée à la température T.

» De la formule (1) on a cru pouvoir déduire [2] que, si l'on ajoutait lentement un poids m_0 d'eau à un poids M de sel, $\frac{M}{m_0}$ étant précisément la concentration qui correspond à la saturation pour la température considérée, la chaleur absorbée pendant cette opération était donnée par la formule

$$(3)\qquad LM = + A\frac{RT^2}{\varpi} m_0 \frac{d}{dT}\log\frac{P}{\Pi}.$$

» Ces formules (2) et (3) ont été soumises au contrôle de l'expérience

---

(1) G. Kirchhoff, *Poggendorff's Annalen*, t. CIII; *Gesammelte Abhandlungen*, p. 485.

(2) Verdet, *Théorie mécanique de la chaleur*, t. I, p. 323.

par MM. Moutier (¹), Pauchon (²), Tamman (³), Arons (⁴). Ces deux derniers expérimentateurs ont trouvé les formules en question en désaccord avec l'observation.

» M. Le Chatelier (⁵) a proposé une formule différente de la formule (3)

$$\text{(4)} \qquad L = \frac{AR}{\varpi} i T^2 \frac{d}{dT} \text{lognép.} S.$$

i est une constante positive particulière au corps dissous; S la concentration d'une solution saturée à la température T.

» Je me suis proposé de trouver les formules qui doivent, d'après les principes de la Thermodynamique, être substituées aux formules (2), (3) et (4), reconnues fautives par l'expérience.

» 1. *Chaleur de dilution.* — Des formules que j'ai données dans mon Ouvrage sur le *Potentiel thermodynamique,* il résulte le théorème suivant :

» A la seule condition de négliger le volume spécifique de l'eau ou de la dissolution devant le volume spécifique de la vapeur d'eau, on peut calculer *a priori* la quantité de chaleur $\lambda\, dm_1$ dégagée par l'addition d'un poids d'eau dm_1 à une dissolution de concentration s, par la formule

$$\text{(5)} \qquad \lambda = -A \int_0^s \left[v \frac{\partial p}{\partial s} - T \frac{\partial}{\partial T} \left(v \frac{\partial p}{\partial s} \right) \right] ds,$$

v étant le volume spécifique de la vapeur d'eau sous la pression p à la température T. Si l'on applique à l'eau les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, cette formule redonne la formule (1) de M. G. Kirchhoff.

» 2. *Chaleur de dissolution.* — En appliquant à la dissolution les raisonnements que, dans mon Ouvrage cité, j'ai appliqué à la dilution, on arrive aux théorèmes suivants :

» Lorsqu'un sel est soluble dans l'eau jusqu'à une certaine limite seulement, la quantité de chaleur absorbée par la dissolution dans l'unité de poids d'eau d'un poids σ de ce sel peut se calculer par la formule

$$\text{(6)} \qquad \mathfrak{L}\sigma = -\frac{AT}{V} \frac{\partial P}{\partial S} \frac{d \log S}{dT} \sigma + A \int_0^\sigma \int_{s'}^S \frac{1}{s} \left[v \frac{\partial p}{\partial s} - T \frac{\partial}{\partial T} \left(v \frac{\partial p}{\partial s} \right) \right] ds\, ds',$$

(¹) Moutier, *Annales de Chimie et de Physique,* 4ᵉ série, t. XXVIII, p. 515.

(²) Pauchon, *Comptes rendus,* t. XCVII, p. 1555.

(³) Tamman, *Wiedemann's Annalen der Physik und Chemie,* t. XXIV, p. 523.

(⁴) Arons, *Wiedemann's Annalen der Physik und Chemie,* t. XXV, p. 408.

(⁵) Le Chatelier, *Comptes rendus,* t. C, p. 50 et 441.

à la seule condition de négliger le volume spécifique du sel ou du liquide devant celui de la vapeur. V est le volume spécifique de la vapeur sous la pression P à la température T.

» Lorsqu'un corps est soluble dans l'eau en toute proportion, la même quantité a pour valeur

$$(7) \qquad \mathfrak{L}\sigma = A\int_0^\sigma \int_{s'}^\infty \frac{1}{s}\left[v\frac{\partial p}{\partial s} - T\frac{\partial}{\partial T}\left(v\frac{\partial p}{\partial s}\right)\right] ds\, ds'.$$

» 3. *Sels qui suivent les lois de Von Babo et de Wüllner.* — D'après M. Wüllner, on a

$$p = \Pi - (K\Pi + K'\Pi^2 + K''\Pi^3)s,$$

K, K', K'' étant trois constantes dont la première est sûrement positive. Dans le cas où la dissolution suit la loi de Von Babo, on a

$$K' = 0, \quad K'' = 0.$$

» Si l'on admet la loi de M. Wüllner et si, de plus, on applique à la vapeur d'eau les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, on peut effectuer les intégrations indiquées dans l'égalité (6). On voit alors que, si pour une dissolution, à une température donnée, $\frac{dS}{dT}$ et $\frac{\partial}{\partial T}\frac{p}{\Pi}$ sont de même signe, on ne peut rien prévoir sur le phénomène thermique qui accompagne la dissolution; mais, s'ils sont de signe contraire, la dissolution a lieu avec absorption ou dégagement de chaleur, selon que $\frac{dS}{dT}$ est positif ou négatif.

» Si la dissolution suit la loi de Von Babo, l'égalité (6) prend la forme

$$\mathfrak{L}\sigma = -\frac{ART^2}{\varpi}\frac{\partial \log P}{\partial S}\frac{d \log S}{dT}\sigma,$$

qui coïnciderait avec la formule de M. Le Chatelier, si l'on négligeait les variations de $\frac{\partial \log P}{\partial S}$ avec la température.

» On peut donc, sans faire d'autre hypothèse que la petitesse du volume spécifique de l'eau devant celui de la vapeur d'eau, relier le calcul de la chaleur de dilution et de la chaleur de dissolution à la détermination de la solubilité du sel, des tensions de vapeur de la dissolution, et des lois de compressibilité et de dilatation de la vapeur d'eau. »

CHIMIE. — *Sur un cas particulier de dissolution.* Note de M. F. **Parmentier**, présentée par M. Debray.

« En général, quand on dissout un corps solide dans un liquide, la dissolution complète du solide étant produite, on peut ajouter à la dissolution un excès quelconque de dissolvant, sans que le mélange cesse de demeurer homogène.

» En dissolvant, dans de l'éther ordinaire, de l'acide phosphomolybdique ou de l'acide silicomolybdique, nous avons constaté que, pour une température donnée, la dissolution n'a lieu qu'entre des quantités déterminées d'acide et d'éther. Une fois que ces acides se sont dissous dans une quantité convenable d'éther, un excès de dissolvant ne se mélange plus à la dissolution. Ce phénomène nous a paru intéressant à étudier, et notre étude a surtout porté sur l'acide phosphomolybdique, dont la préparation est relativement facile.

» On sait que M. H. Debray, dans ses recherches sur les phosphomolybdates, a isolé un acide de composition complexe, donnant plusieurs hydrates dont la formule générale est

$$PhO^5, 20MoO^3 + Aq.$$

» En particulier, il a fait voir que l'évaporation, à la température ordinaire, de la dissolution de cet acide dans l'eau produit de magnifiques octaèdres dérivés du cube et renfermant 23,4 pour 100 d'eau. C'est sur cet hydrate que nous avons opéré : la forme cristalline et l'analyse de l'acide employé nous ont montré qu'il était pur et répondait bien à l'hydrate décrit par M. H. Debray.

» Quand on verse sur cet acide une petite quantité d'éther pur et sec, on constate que l'acide se dissout rapidement et qu'il se produit un dégagement de chaleur considérable. L'éther entre en ébullition et l'on peut l'enflammer à l'extrémité du tube dans lequel on fait l'expérience. En ajoutant de l'éther en excès et en agitant le mélange, la dissolution est bientôt complète, et, par le repos, on voit se séparer des couches bien distinctes : une couche inférieure fortement colorée en jaune contenant tout l'acide, et une couche supérieure, à peu près incolore, formée uniquement d'é-

ther, qu'il est impossible d'incorporer par l'agitation à la couche inférieure. Quand l'acide employé n'est pas sec ou que l'éther n'est pas anhydre, il se produit une couche intermédiaire formée d'eau.

» Ce fait que la dissolution n'a lieu qu'avec une quantité déterminée de dissolvant, joint au dégagement de chaleur qui se produit pendant la dissolution, semble, au premier abord, devoir faire penser à une combinaison définie entre l'éther et l'acide. Mais les faits suivants se rapportent plutôt à un phénomène de dissolution.

» Si, en effet, on abandonne à l'évaporation la liqueur séparée de l'excès d'éther, l'acide cristallise avec la même forme cristalline et la même composition que l'acide qui a été dissous ([1]).

» Si la liqueur, saturée à une certaine température, est séparée de l'excès d'éther, enfermée dans un tube un peu long, de préférence dans un tube scellé, et chauffée, on voit se séparer de la dissolution une certaine quantité d'éther qui vient à la surface, et cette quantité va en croissant avec la température. Le tube revenant à sa température primitive, l'agitation permet de rendre le liquide de nouveau homogène. Un abaissement de la température permet, au contraire, l'incorporation d'une nouvelle quantité d'éther. Une fois l'éther séparé, il ne se diffuse, au repos, que lentement dans le reste de la liqueur, et nous avons construit avec ce liquide une sorte de thermomètre à maxima assez sensible.

» La dissolution éthérée d'acide phosphomolybdique est plus lourde que l'eau. Saturée à 13° elle a une densité d'environ 1,3. Elle ne se dissout pas dans l'eau. Quand on agite une dissolution aqueuse d'acide phosphomolybdique avec de l'éther, tout l'acide est enlevé par l'éther, et la solution éthérée tombe au fond de l'eau. L'alcool la dissout en toutes proportions.

» Si, au lieu d'opérer sur l'hydrate octaédrique, on se sert de l'acide effleuri à l'air, ou mieux chauffé pendant quelque temps vers 100°, la dissolution dans l'éther n'a lieu qu'à la condition d'ajouter une quantité d'eau convenable.

» Nous avons déterminé la solubilité dans l'éther de l'acide phosphomolybdique à diverses températures. Nous avons trouvé :

([1]) Quand l'évaporation de l'éther est faite dans un vase peu ouvert, l'acide est réduit partiellement et il se produit de l'aldéhyde. Dans un vase à large ouverture, il y a encore production d'aldéhyde, mais les cristaux restent jaunes : l'acide sert simplement à fixer sur l'éther l'oxygène de l'air.

T.	Poids d'acide dissous par 100 parties d'éther.
0°	80,6
8,1	84,7
19,3	96,7
27,4	103,9
32,9	107,9

» On voit que la solubilité va en croissant avec la température.

» En dissolvant cet acide dans l'éther en présence d'un grand excès d'éther (environ 15gr d'acide et 500gr d'éther), dans des fioles en verre bouchées, nous avons trouvé que 1kg d'acide dégage 22c,8. En admettant que l'hydrate employé a pour formule

$$PhO^5, 20MoO^3, 52HO = 1979,$$

formule qui exige 23,6 pour 100 d'eau, au lieu de 23,4 trouvé, il y a un dégagement de 45cal, 1 par équivalent.

» La dissolution d'acide phosphomolybdique saturée d'éther peut encore dissoudre de grandes quantités d'acide, toujours avec dégagement de chaleur, mais alors il y a séparation d'eau qui vient surnager la dissolution. Si l'étude de ce nouveau phénomène nous amène à des résultats intéressants, nous demanderons la permission de les communiquer à l'Académie.

» Les essais qualitatifs que nous avons faits avec l'acide silicomolybdique et l'éther nous ont amené à des résultats analogues aux précédents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un acide obtenu par l'action de la potasse sur un mélange d'acétone et de chloroforme.* Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Friedel.

« M. Willgerodt, en traitant l'acétone par le chloroforme et par une petite quantité de potasse solide, a obtenu un composé intéressant ayant pour formule $C^4H^7OCl^3$, qu'il a nommé *acétone-chloroforme*. L'auteur a observé dans la préparation de ce composé la formation accessoire de petites quantités de deux acides, auxquels il assigne les formules $C^{11}H^{20}O^6$ et $C^7H^{14}O^4$. Mais il n'a eu que peu de ces produits à sa disposition et ne paraît pas avoir obtenu de sels cristallisés, car il a dû analyser un composé barytique qui, après évaporation de sa solution, se présente sous la forme d'une masse

vitreuse. Aussi les formules que M. Willgerodt attribue à ces acides ne sont-elles insérées qu'avec un point d'interrogation par les meilleurs Traités (Beilstein, Bourgoin).

» J'ai, de mon côté, obtenu l'acide $C^{11}H^{20}O^{6}$, non comme produit accessoire, mais comme produit principal de la réaction. Comme, depuis trois ans, aucun nouveau travail n'a paru sur cet acide, très intéressant pourtant au point de vue de l'étude des modes de condensation de l'acétone, il paraît utile de mettre son existence hors de doute, de montrer qu'on peut obtenir facilement ses sels en quantités relativement considérables et que plusieurs d'entre eux cristallisent très bien et, par suite, peuvent être analysés avec la plus grande précision.

» La préparation de cet acide se fait de la manière suivante : à un mélange, molécule à molécule, d'acétone et de chloroforme, on ajoute volume égal d'alcool et l'on refroidit à 0°; puis on traite le tout par une solution alcoolique de potasse, également refroidie à 0°, et renfermant environ deux fois plus de potasse qu'il n'en faut pour enlever tout le chlore du chloroforme. La température du mélange ne tarde pas à s'élever. On a soin, au début, de modérer la réaction en plongeant le ballon dans l'eau froide s'il se fait un dégagement gazeux trop rapide. Vers la fin, au contraire, on chauffe modérément (60°-70°). Pendant toute la durée de la réaction, il se dégage un gaz qui brûle avec une flamme verte et qui n'est autre chose que de l'oxyde de carbone entraînant un peu de chloroforme. Ce dégagement gazeux terminé, on ajoute un léger excès d'acide chlorhydrique, on sépare par filtration le chlorure de potassium et on le lave à l'alcool. On ajoute de l'eau aux liquides filtrés et on les agite plusieurs fois avec de l'éther. Les différentes couches éthérées sont réunies et soumises à la distillation pour recueillir l'éther. Il reste un liquide aqueux, coloré en jaune, qui tient en solution l'acide cherché. On neutralise par l'oxyde de plomb et l'on fait cristalliser.

» La plupart des sels de cet acide ne donnent par évaporation que des masses gommeuses, semblables à celles que M. Willgerodt a eues entre les mains. Le sel de plomb, au contraire, cristallise en beaux prismes, lorsqu'on fait évaporer sa solution dans le vide sec. L'acide libre se volatilise dans le vide; aussi la solution de son sel de plomb a-t-elle une tendance prononcée à former un sel basique par suite du départ d'une certaine quantité d'acide. Dans ce cas, le vase dans lequel se fait la cristallisation se recouvre d'une pellicule blanche. Lorsque ce phénomène a lieu, on arrête la cristallisation, on sépare les cristaux formés et l'on fait passer dans la

solution un courant d'acide carbonique. On filtre pour séparer le carbonate de plomb et l'on soumet de nouveau à cristallisation. On s'arrête lorsqu'il se forme des cristaux différents des précédents, qui se réunissent en touffes d'aiguilles.

» Ces cristaux ont pour formule brute $C^{14}H^{22}O^{8}Pb$.

	Trouvé.	Calculé.
C	26,94	26,98
H	4,42	4,49
Pb	42,25-41,97	42,33
O	26,39	26,20
	100,00	100,00

» En neutralisant l'acide brut résultant de l'évaporation de l'éther par l'oxyde de zinc, on obtient par évaporation de fines aiguilles retenant beaucoup d'eau d'interposition. On les essore ou on les fait sécher sur de la porcelaine dégourdie et l'on fait recristalliser. Ce sel a pour formule $C^{14}H^{22}O^{8}Zn$.

	Trouvé.	Calculé.
C	37,8	38,04
H	6,7	6,34
Zn	18,5	18,73

» Les formules des sels de plomb et de zinc diffèrent par $2H^{2}O$ en plus de la formule du sel de baryum analysé par M. Willgerodt. Ces sels paraissent donc cristalliser avec 2 molécules d'eau. Lorsqu'on les chauffe, ils fondent tous deux à 100° et laissent, comme le sel de baryum, une masse vitreuse. La détermination de la quantité d'eau de cristallisation offre quelques difficultés. En effet, à 100°, la masse gommeuse que forme le sel ne perd son eau qu'avec une extrême lenteur, et vers 150° déjà ces sels commencent à s'altérer. Pourtant, en maintenant le sel de zinc à 140°, on a trouvé qu'il perdait 10,5 pour 100 de son poids; théorie, 10,3 pour $2H^{2}O$.

» L'existence de l'acide $C^{14}H^{20}O^{6}$ n'est donc pas douteuse. Deux des sels de cet acide peuvent être obtenus en beaux cristaux.

» La formule de cet acide répond à la condensation de 3 molécules d'acétone, avec fixation de deux groupes COOH et perte d'un oxygène. On peut concevoir plusieurs formules de structure rendant compte de sa constitution, notamment

$$[(CH^{3})^{2}C]''[CO(CH^{3})^{2}COOH]^{2}.$$

» Cet acide est loin d'être le seul qui se forme dans la réaction de la

potasse alcoolique sur le mélange d'acétone et de chloroforme. Le liquide aqueux, dont on a extrait l'acide précédent par l'éther, renferme encore des acides organiques. En le neutralisant par la baryte et évaporant, on obtient successivement des cristallisations de sels organiques. Entraîné par d'autres recherches, je n'ai pas étudié ces composés et je me contente de les signaler à l'attention des chimistes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches synthétiques sur quelques dérivés du diphényle.* Note de M. P. ADAM, présentée par M. Friedel.

« Le chlorure de méthylène et le diphényle, en présence du chlorure d'aluminium, réagissant en proportions équimoléculaires pour former le fluorène (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 207), on aurait pu supposer que, dans les mêmes conditions, le chlorure de carbonyle fournirait la diphénylène-acétone $\begin{matrix} C^6H^4 \\ | \\ C^6H^4 \end{matrix} \rangle CO$. Mais, dans ce cas, 2 molécules d'hydrocarbure entrent en réaction et l'on obtient la diphényle-diphénylacétone

$$C^6H^5-C^6H^4-CO-C^6H^4-C^6H^5.$$

» Ce corps se prépare avec la plus grande facilité, et le rendement est presque théorique, lorsqu'on opère de la manière suivante : dans un ballon contenant 150^{gr} de chlorure d'aluminium, on ajoute peu à peu, sans chauffer, un mélange de diphényle (150^{gr}), de sulfure de carbone (200^{gr}) et de chlorure de carbonyle (100^{gr}). Il se dégage immédiatement de l'acide chlorhydrique; vers la fin de la réaction, on plonge le ballon dans de l'eau tiède jusqu'à ce que le dégagement gazeux ait cessé. On chauffe le sulfure de carbone au bain-marie dans un courant de vapeur d'eau, et le résidu solide, lavé d'abord à l'eau alcaline, puis à l'eau pure, est desséché, et dissous dans la benzine ou dans l'acétone bouillante. On obtient ainsi, par refroidissement, des aiguilles blanches, entrelacées, assez solubles dans l'acétone, la benzine et le chloroforme, presque insolubles dans l'alcool et l'éther de pétrole. Soumis à des dissolutions et des cristallisations fractionnées, ce corps présente, pour les premières comme pour les dernières portions, le même point de fusion, 229°. M. Weiler, qui a obtenu cette même diphényle-diphénylacétone ou diphényle-benzophénone

$$CO(C^6H^4-C^6H^5)^2$$

par oxydation du diphényle-diphénylméthane, lui donne pour point de fusion 226°.

» La réduction de cette acétone est très lente et difficile. On y parvient en la dissolvant dans un mélange d'alcool et de benzine et ajoutant un grand excès d'amalgame de sodium. On obtient ainsi le diphényle-benzhydrol C^6H^5-C^6H^4-CH.OH-C^6H^4-C^6H^5, fusible à 151° (Weiler, même point de fusion), très soluble dans l'alcool et parfaitement cristallisé.

» L'action du chlorure de carbonyle sur le diphényle en présence du chlorure d'aluminium, à chaud et sans sulfure de carbone, donne la même acétone, mais l'action est moins nette et le rendement est mauvais (20 pour 100). Il ne se fait pas non plus trace de diphénylène-acétone.

» A ce sujet, on peut faire quelques remarques sur les préparations au chlorure d'aluminium. La méthode au sulfure de carbone et à froid, essayée déjà plusieurs fois en France et recommandée comme générale par M. Elbs (*Chemiker Zeitung*, octobre 1885), excellente pour un chlorure acide, ne convient pas, du moins avec le diphényle, si l'on fait agir un hydrocarbure chloré. Ainsi, voulant faire une comparaison plus complète des deux méthodes, j'ai fait réagir le chlorure de méthylène sur le diphényle en solution sulfocarbonique; même à une vive lumière, la réaction ne s'est pas déclarée à froid : il a fallu chauffer à 45°, et, quoique le chlorure de méthylène eût été ajouté en excès, le diphényle s'est retrouvé presque intégralement; il ne s'était formé qu'un peu de diphényle-diphénylméthane et point de fluorène. Sans sulfure de carbone, au contraire, et à chaud, le fluorène est prédominant.

» Le chlorure d'acétyle réagit facilement sur le diphényle par l'une ou l'autre méthode. A froid particulièrement, la réaction est très régulière et très nette. Le produit brut, séparé comme à l'ordinaire et soumis à la distillation fractionnée, on obtient facilement un corps d'une odeur agréable, ressemblant à celle du méthyle-benzoyle.

» Soumis à l'analyse ([1]), ce corps présente la composition

$$C^{14}H^{12}O = C^6H^5\text{-}C^6H^4\text{-}CO\text{-}CH^3.$$

On peut l'appeler *diphényle-méthyle-carbonyle* ou *diphényle-acétyle*. Il fond

---

([1])

	Trouvé.	Calculé.
C	85,55	85,71
H	6,35	6,12

à 121° et bout à 325°-327°. Il est en cristaux très blancs, flexibles et nacrés, et se dissout facilement dans l'alcool et dans l'acétone.

» J'étudie actuellement ses transformations ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le camphène actif et l'éthyl-bornéol.* Note de MM. **G. Bouchardat** et **J. Lafont**, présentée par M. Friedel.

« On sait, par les recherches de M. Berthelot ([2]), que les divers térébenthènes $C^{20}H^{16}$ se modifient, que leur pouvoir rotatoire varie avec une extrême facilité sous l'influence du maintien à des températures suffisamment élevées; ces variations s'accentuent quand l'essence se trouve en contact avec des acides libres ou certains sels. Chacun de ces acides ou de ces sels produit des variations différentes, les conditions de température restant les mêmes.

» Les composés les plus stables de ces essences, tels que les monochlorhydrates solides et les camphènes que l'on en dérive, présentent les mêmes particularités. C'est en utilisant ces données que M. Berthelot ([3]) a pu préparer à volonté un camphène inactif, en maintenant à 180° pendant vingt-quatre heures le monochlorhydrate de térébenthène de l'essence française avec de l'acétate de soude fondu, tandis que, dans les mêmes conditions de température, le stéarate de soude fournit un camphène actif de pouvoir rotatoire assez élevé, $[\alpha]_j = -63°$. Depuis, M. Riban l'a préparé avec le même monochlorhydrate par l'action de la potasse alcoolique à 180° pendant soixante-dix heures; pouvoir rotatoire, $[\alpha]_D = -53°,8$.

» Les deux pouvoirs rotatoires sont très voisins, si l'on tient compte que le premier, déterminé pour la teinte sensible, doit être réduit dans une forte proportion pour être comparable au second, pris avec la lumière du sel marin. Il semblerait que l'on a dans les deux cas le même corps à pouvoir rotatoire fixe invariable. Nos expériences établissent au contraire que le pouvoir rotatoire du térécamphène actif est plus élevé et, de plus, que c'est l'influence prolongée de la température et des agents chimiques intervenant qui en font varier la grandeur.

» Nous sommes partis d'un monochlorhydrate $C^{20}H^{17}Cl$, de pouvoir ro-

([1]) Laboratoire de M. Grimaux, à l'École Polytechnique.

([2]) Berthelot, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXVIII, p. 38.

([3]) *Comptes rendus*, t. LV, p. 496.

tatoire $[\alpha]_D = -28°30$, fourni par une essence française déviant le plan de polarisation de $-31°,40$, sous une épaisseur de $0^m,10$. Nous l'avons chauffé en tubes scellés, à 150°, température à laquelle la décomposition commence à être active, avec un peu moins de son poids d'acétate de potasse fondu, dissous dans l'alcool très concentré.

» Dans ces conditions, l'acide acétique mis en liberté dans la réaction forme de l'éther acétique neutre et un peu de triacétate de potasse dont l'influence paraît être faible. Au contraire, l'acétate de potasse employé seul fournit du camphène inactif. Après quarante-huit heures, la transformation est encore incomplète; elle a porté environ sur les deux tiers du monochlorhydrate. On précipite alors le produit par l'eau et on le soumet à des distillations fractionnées, dans le vide d'abord pour ne pas altérer les produits. Le monochlorhydrate non décomposé a été traité de nouveau deux fois à 150° pendant quarante-huit heures chaque fois, puis une troisième fois à 175° pour en détruire les dernières traces. Le camphène provenant des trois premiers traitements se solidifie de suite, après que l'éther acétique a été éliminé dans les portions passant de 155° à 161°. Celui qui provenait du dernier traitement ne se solidifie pas; il possède l'odeur du térébène, mais il se prend en masse dans un mélange de glace et de sel et l'on peut en extraire ainsi du camphène solide.

» Les pouvoirs rotatoires de chaque portion ont été les suivants :

	$[\alpha]_D$	
	155°-158°.	158°-161°.
Premier traitement	—77°.30′	—80°.37′
Deuxième »	—67.21	—69. 8
Troisième »	—60.35	—59.40
Quatrième »	—30.30	—34.30

» De ces mesures, il résulte que le camphène obtenu dans le premier traitement a un pouvoir rotatoire environ des $\frac{5}{3}$ de celui que possèdent les térécamphènes déjà obtenus par le stéarate de soude ou la potasse alcoolique.

» Il résulte en outre que l'action combinée d'une température de 150° d'abord, 175° à la fin, et des corps en présence, acide acétique, acétate de potasse, diminue assez rapidement la valeur du pouvoir rotatoire en rendant une partie du camphène inactif ou la totalité moins active; enfin, que l'action de la température dans ces conditions paraît prépondérante, car la chute de pouvoir rotatoire, qui n'était que de 9° à 10° pendant les deux

premières périodes, atteint 30° dans la dernière. D'après la comparaison de ces chiffres, il semble que le produit du premier traitement ne doit renfermer que de petites quantités de produit inactif.

» En même temps que le camphène, il se forme une certaine proportion d'un second produit passant à la distillation à la même température que le monochlorhydrate et que l'on retrouve en entier au dernier traitement. Il distille de 115° à 120° sous 5^{cm} de pression, de 205° à 208° sous la pression normale. Il reste liquide même à − 50°. Sa densité à 0° est de 0,9495. Il est dextrogyre, de sens inverse à l'essence de térébenthine employée et à son monochlorhydrate, $[\alpha]_D = + 26°,3$. Il en résulte que le produit total du dernier traitement a un pouvoir rotatoire nul à peu près exactement, et l'on peut se demander s'il ne se produit pas là un équilibre dans la somme des pouvoirs rotatoires de corps de compositions différentes.

» Ce corps a la composition d'un éthylate de camphène ou éthyl-bornéol $C^{20}H^{16}C^4H^6O^2$, isomérique avec le composé obtenu par M. Baubigny dans l'action de l'iodure d'éthyle et de la potasse sur le bornéol : C = 78,2, H = 11,6. Sa densité de vapeur a été trouvée = 5,8 ; théorie, 6,2. Il n'est pas modifié par la potasse alcoolique à 100° ; il ne fournit pas dans ces conditions d'acide acétique, ce qui exclut la formation d'un acétate de camphène de composition voisine.

» Mis en contact avec une solution saturée à 0° d'acide chlorhydrique, il se transforme en une masse butyreuse d'où l'on extrait par compression une masse camphrée solide, mélange de chlorhydrate de bornéol et de bornéol. Ce produit a un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = + 7°,6$.

» L'éthylate de camphène, traité à 100° par dix fois son poids de solution chlorhydrique saturée, se transforme intégralement en chlorure d'éthyle bouillant à + 13°, à cause d'un peu de monochlorhydrate entraîné, dont on a fait l'analyse, et en un chlorhydrate de camphène inactif.

» Enfin l'éthylate de camphène est très vivement oxydé par l'acide nitrique ordinaire. Le produit, lavé à l'eau, puis bouilli avec une solution de potasse concentrée, distille avec la vapeur d'eau, sous forme d'un liquide huileux qui se prend immédiatement en masse cristalline, possédant toutes les propriétés du camphre $C^{20}H^{16}O^2$.

» L'ensemble de ces propriétés nous fait donc regarder ce composé comme un dérivé d'un bornéol particulier, un éthyl-bornéol identique ou isomérique avec celui de M. Baubigny. Ces deux produits sont les seuls qui prennent naissance en quantité appréciable dans l'action de l'acétate de potasse alcoolique sur le monochlorhydrate de térébenthène français. »

THERMOCHIMIE. — *Action du bibromure d'éthylène sur les alcoolates alcalins. Préparation de l'acétylène*. Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« I. D'après mes études relatives à l'action du bibromure d'éthylène sur les alcoolates alcalins dissous dans un excès de l'alcool correspondant, la réaction

$$C^4H^4Br^2 \text{ liq.} + 2(C^{2m}H^{2m+1}MO^2 \text{ diss. dans } nC^{2m}H^{2m+2}O^2)$$
$$= 2(MBr \text{ précipité dans } (n+1)C^{2m}H^{2m+2}O^2) + C^4H^2 \text{ gaz.}$$

dégage, pour les alcoolates de potasse,

$+15^{Cal},92(C^2H^3KO^2)$, $+19^{Cal},30(C^4H^5KO^2)$, $+22^{Cal},44(C^6H^7KO^2)$, $+32^{Cal},94(C^8H^9KO^2)$, $+27^{Cal},32(C^{10}H^{11}KO^2)$,

et pour les alcoolates de soude,

$+1^{Cal},36(C^2H^3NaO^2)$, $+8^{Cal},86(C^4H^5NaO^2)$, $+13^{Cal},66(C^6H^7NaO^2)$,

tandis que la même réaction faite avec les hydrates de potasse et de soude donnerait $+11^{Cal},4$ (1).

» II. Si l'on fait le même calcul pour les alcoolates solides

$$C^4H^4Br^2 \text{ liq.} + 2C^{2m}H^{2m+1}KO^2 \text{ sol.}$$
$$= 2C^{2m}H^{2m+2}O^2 \text{ liq.} + 2KBr \text{ sol.} + C^4H^2 \text{ gaz.} = y,$$

on trouve pour la valeur de y

Avec				
$C^2H^4O^2$.	$C^4H^6O^2$.	$C^6H^8O^2$.	$C^8H^{10}O^2$ (iso).	$C^{10}H^{12}O^2$.
$+41^{Cal},46$	$+46^{Cal},48$	$+45^{Cal},94$	$+50^{Cal},72$	$+44^{Cal},50$

et pour les alcoolates de soude,

$+31^{Cal},74$, $+29^{Cal},18$, $+33^{Cal},12$, $+34^{Cal},92$, $+35^{Cal},02$.

» Le nombre le plus élevé est encore fourni par l'isobutylate de potasse ($+50^{Cal},72$).

» Toutes ces réactions donnent, en même temps, de l'éthylène monobromé C^4H^3Br, dont la chaleur de formation est inconnue; mais, quelle que soit cette valeur, la différence entre ce nombre et y est d'autant plus grande que y est lui-même plus grand.

» Il en résulte que, pour une même température de réaction, le mélange

(1) En fait, l'action de la potasse aqueuse ne donne pas d'acétylène, mais seulement un peu d'éthylène monobromé et du glycol. La fixation de $2H^2O^2$ sur C^4H^2 dégage en effet +36,5 (pour le glycol dissous), ce qui donne pour la réaction $+47^{Cal},9$. L'eau distillée fournit déjà du glycol avec le bromure d'éthylène, à 100°. (Voir STEMPNEWSKY, *Bull. Soc. chim.*, t. XXVIII, p. 154, et NIEDERIST, *Ann. Liebig*, t. CLXXXVI, p. 388.)

des gaz qui se dégagent doit contenir plus d'acétylène et moins d'éthylène monobromé lorsque la valeur de y augmente.

» III. Voici à ce sujet quelques résultats d'expériences :

» Par l'éthylate de soude dissous dans l'alcool ($+ 19^{Cal},30$), on a obtenu 20 pour 100 d'éthylène monobromé et 80 pour 100 de C^4H^2;

» Par l'isobutylate de potasse dissous dans l'alcool isobutylique ($+ 32^{Cal},94$), 10 pour 100 de C^4H^3Br et 90 pour 100 de C^4H^2;

» Par la potasse alcoolique (dissolution saturée de KHO^2 dans l'alcool éthylique à 94°), 34 pour 100 de C^4H^3Br et 66 pour 100 de C^4H^2.

» Ces trois premières réactions ont lieu entre 110° et 120°.

» Par l'éthylate de potasse solide, à froid ($+ 46^{Cal},48$), on a obtenu de 15 à 18 pour 100 de C^4H^3Br et de 85 à 82 pour 100 de C^4H^2 ;

» Par l'isobutylate de potasse solide, $C^8H^9KO^2$, à froid ($+ 50^{Cal},72$), de 8 à 10 pour 100 de C^4H^3Br et de 92 à 90 pour 100 de C^4H^2.

» On voit que ces résultats varient dans le sens prévu par la théorie.

» J'ai pensé que l'on pourrait utiliser cette dernière réaction, qui se fait à froid, pour obtenir rapidement de l'acétylène dans les laboratoires. La préparation de ce gaz, telle qu'on la pratique aujourd'hui, est toujours assez compliquée, même lorsque l'on emploie l'appareil imaginé par M. Jungfleisch. La réaction de l'isobutylate de potasse sur le bibromure d'éthylène pourra donc rendre des services, lorsqu'on voudra préparer en peu de temps une petite quantité de gaz acétylène.

» IV. Voici les détails de l'expérience :

» On dissout, dans 20^{gr} à 25^{gr} d'alcool isobutylique, environ 2^{gr} de potassium, dans un tube à essai un peu large (capacité de 80^{cc} à 100^{cc}), et l'on chauffe la dissolution dans un courant d'hydrogène sec, en élevant la température du bain d'huile jusqu'à 200°. On recueille l'alcool qui distille et qui peut servir pour une autre préparation. Il reste au fond du tube une masse cristalline, adhérente au verre, formée par l'isobutylate $C^8H^9KO^2$. On bouche le tube et, après refroidissement, on achève de le remplir de mercure, puis on le dispose verticalement sur la cuve à mercure, l'extrémité fermée en haut. On introduit alors environ $0^{cc},5$ de bibromure d'éthylène, qui réagit immédiatement.

» Lorsque le gaz remplit à peu près le tube, on le recueille dans une plus grande cloche et, le liquide se trouvant de nouveau au contact de l'alcoolate, l'action recommence. Lorsqu'elle devient plus lente, on peut enlever facilement la plus grande partie du liquide et le remplacer par une nouvelle dose de $C^4H^4Br^2$, jusqu'à ce que la désagrégation de la matière solide soit complète.

» Avec 2^{gr} de potassium, on obtient facilement 500^{cc} à 600^{cc} de gaz [1].

» Les impuretés qu'il retient sont : des vapeurs de bibromure d'éthylène, d'alcool isobutylique et d'éthylène monobromé.

» V. Pour le purifier, on le soumet à l'action de petites quantités d'alcool éthylique absolu, de la manière suivante :

» L'éprouvette contenant 200^{cc} de gaz, on y introduit 1^{cc} d'alcool éthylique. Le volume se réduit à 180^{cc}. La solubilité de l'acétylène dans l'alcool étant de 6 volumes, le gaz devrait occuper 194^{cc} (en négligeant le volume occupé par les vapeurs d'alcool). La différence, soit 14^{cc}, correspond à l'éthylène monobromé qui a été absorbé en même temps.

» On sépare l'alcool saturé et on le remplace de nouveau par 1^{cc} d'alcool. Le volume est réduit à 172^{cc}, ce qui indique encore 2^{cc} d'éthylène monobromé absorbé. Enfin, une troisième addition de 1^{cc} d'alcool donne 166^{cc}, la diminution étant due seulement à la solubilité de l'acétylène [2]. Il ne reste plus qu'à enlever les vapeurs d'alcool, par la potasse solide ou une goutte d'acide sulfurique. Le volume est encore diminué de 3^{cc} ou 4^{cc}, qui s'ajoutent au volume d'éthylène monobromé déjà trouvé, et l'on obtient finalement environ 160^{cc} de gaz acétylène pur et sec.

» Les vapeurs d'alcool isobutylique et de bibromure d'éthylène ont disparu pendant ces opérations.

» Le gaz ainsi obtenu est complètement absorbable par le sous-chlorure de cuivre ammoniacal. Il ne contient pas de composés bromés.

» On pourrait remplacer $C^8H^9KO^2$ par $C^4H^5KO^2$ solide; mais, le gaz étant moins riche en acétylène, on en perdrait davantage pendant les purifications.

» VI. Je dois rappeler, en terminant, qu'en 1861 [3] M. Sawitsch avait chauffé de l'amylate de soude solide $C^{10}H^{11}NaO^2$, à $100°$, avec du bibromure d'éthylène, en vase clos, et obtenu un gaz que l'analyse eudiométrique lui a permis d'identifier avec l'acétylène. Avec l'éthylate de soude et le bibromure de propylène, il a préparé de même l'allylène. Cependant ce procédé de préparation est peu employé pour l'acétylène, la nécessité de se servir de tubes scellés entraînant des complications.

---

(1) L'alcool isobutylique qui prend naissance dans la réaction dissout un peu d'acétylène (solubilité, à $15°$, $4^{vol},5$); il en est de même du bibromure d'éthylène; mais ces liquides dissolvent encore plus d'éthylène monobromé, et leur action dissolvante a pour effet d'enrichir le gaz.

(2) C'est par des procédés analogues que j'ai fait l'analyse des mélanges gazeux dont j'ai donné plus haut la composition.

(3) *Comptes rendus*, t. LII, p. 157.

» La décomposition, à froid, de l'isobutylate de potasse, ou, à son défaut, de l'éthylate de potasse, me paraît d'une application plus commode. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation de l'émétique.* Note de M. **Güntz**, présentée par M. Berthelot.

« L'oxyde d'antimoine se combine, comme on le sait, au bitartrate de potasse pour donner de l'émétique, en même temps qu'il y a élimination d'eau. Je me suis proposé de mesurer la chaleur dégagée dans cette réaction.

» J'ai commencé par déterminer la chaleur de formation du bitartrate de potasse. Pour y arriver, j'ai dissous dans l'acide chlorhydrique étendu ($1^{éq} = 4^{lit}$) un mélange à équivalents égaux de tartrate neutre de potasse hydraté et d'acide tartrique, ce qui a dégagé, vers 10°,

$$C^8H^4O^{10}, 2KO, 2HO \text{ sol.} + C^8H^6O^{12} \text{ sol.} + 5HCl \text{ diss.} (1^{éq} = 4^{lit}) \ldots \quad -3^{Cal},3 \times 2$$

puis, dans la même quantité d'acide, la quantité correspondante de bitartrate de potasse,

$$2(C^8H^4O^{10}KOHO) + 5HCl \text{ diss.} (1^{éq} = 4^{lit}) \ldots \quad -10^{Cal},3 \times 2$$

Ces deux expériences permettent de calculer la chaleur dégagée dans la réaction de l'acide tartrique sur le tartrate de potasse

$$C^8H^6O^{12} \text{ sol.} + C^8H^4O^{10}, 2KO \text{ sol.} = 2(C^8H^4O^{10}KOHO) \ldots \quad +2 \times 8^{Cal},0$$

On peut en déduire également que

$$C^8H^6O^{12} \text{ sol.} + KOHO \text{ sol.} = C^8H^4O^{10}KOHO \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ sol.} \ldots \quad +35^{Cal},1$$

» La réaction de l'acide tartrique sur le tartrate neutre de potasse dégage une quantité de chaleur considérable, absolument du même ordre que celle des bisulfates alcalins. On a, en effet,

$$KOSO^3 \text{ sol.} + SO^3HO \text{ sol.} = KOHO, 2SO \text{ sol} \ldots \quad +7^{Cal},5$$

» Pour mesurer la chaleur de formation de l'émétique, j'ai employé la même méthode; seulement, au lieu d'employer HCl étendu, qui ne peut convenir ici car il ne dissout pas l'émétique, je me suis servi d'une solution étendue d'acide fluorhydrique ($1^{éq} = 2K$). J'ai dissous, dans cet acide, un mélange à équivalents égaux de bitartrate de potasse et d'oxyde d'antimoine, ce qui a dégagé, vers 12°,

$$C^8H^4O^{10}KOHO + SbO^3 + 10HF (1^{éq} = 2^{lit}) \ldots \quad +0^{Cal},7$$

puis de l'émétique sec, ce qui dégage, pour

$C^8O^4O^{10}KOSbO^3 + 10HF (1^{éq} = 2K)$ .... $+ 2^{Cal},25$

les poids des diverses substances étant pris de manière à obtenir deux états finals identiques.

» On conclut de ces expériences que

$C^8H^4O^{10}KOHO$ sol. $+ SbO^3$ sol. $= HO$ sol. $+ C^8H^4O^{10}KOSbO^3$ sol. ... $- 0^{Cal},85$

» La réaction a lieu avec absorption de chaleur, ce qui semble prouver que l'oxyde d'antimoine n'est pas dans l'émétique au même titre que la potasse, malgré les différences que peuvent produire les énergies basiques relatives, car on a

$C^8H^4O^{10}KOHO$ sol. $+ KOHO$ sol. $= H^2O^2$ sol. $+ C^8H^4O^{10}, 2KO$ ...... $+ 19^{Cal},1$

» J'ai déterminé également la chaleur de dissolution, dans l'eau, de l'émétique anhydre et hydraté : l'expérience donne, vers 12°,

$C^8H^4O^{10}KOSbO^3$ sol. $+ nH^2O^2$ liq. .... $- 5^{Cal},1$
$C^8H^4O^{10}KOSbO^3HO + nH^2O^2$ liq. .... $- 5^{Cal},3$

» On en déduit que

$C^8H^4O^{10}KOSbO^3$ sol. $+ HO$ sol. $= C^8H^4O^{10}KOSbO^3HO$ .... $- 0^{Cal},5$

» L'hydratation de l'émétique se fait avec absorption de chaleur, à partir de l'eau solide ; la même circonstance se rencontre dans l'hydratation des butyrates de soude, d'après M. Berthelot.

» Il faut avoir soin, lorsqu'on dessèche l'émétique, de ne pas dépasser 100° ; si l'on fait la dessiccation vers 110° ou 120°, on trouve que l'émétique perd plus de 1 équivalent d'eau, et cette perte s'indique calorimétriquement avec une très grande netteté, car la chaleur de dissolution varie considérablement.

» Si l'on chauffe l'émétique vers 180°, jusqu'à ce qu'il ne perde plus de poids, il perd 2 équivalents d'eau, comme l'avait constaté M. Dumas. Il se forme un émétique anhydre, qui se dissout dans l'eau avec dégagement de chaleur,

$C^8H^2O^8KOSbO^3$ sol. $+ nH^2O^2$ liq. .... $+ 0^{Cal},4$

» On en déduit la réaction

$C^8H^2O^8KOSbO^3$ sol. $+ H^2O^2$ sol. $= C^8H^4O^{10}KOSbO^3$ sol .... $+ 4^{Cal},1$

» J'ai vérifié l'identité de la solution ainsi produite avec celle que l'on

obtient en dissolvant l'émétique ordinaire dans l'eau. La chaleur de neutralisation par la potasse donne des nombres identiques. »

BACTÉRIOLOGIE. — *Les spores du* Bacillus anthracis *sont réellement tuées par la lumière solaire*. Note de M. S. **Arloing**, présentée par M. A. Chauveau.

« I. J'ai annoncé autrefois à l'Académie (*Comptes rendus*, deuxième semestre 1885, p. 511 et 535) que les spores du *Bacillus anthracis*, semées en petite quantité dans un bouillon transparent et clair, exposées ensuite à l'action des rayons du soleil (en juin et juillet), étaient tuées au bout de deux à trois heures.

» Cette assertion a causé quelque surprise, car on était habitué à accorder aux spores une énorme résistance aux causes de destruction.

» M. Nocard pensa que l'action des rayons solaires s'exerçait non pas sur les spores, mais sur le jeune mycélium issu de ces spores pendant la durée de l'insolation (voir *Recueil de Médecine vétérinaire*, 1885). M. Duclaux sembla partager l'opinion de M. Nocard, au moment où il publia son Livre : *Le microbe et la maladie* (voir p. 34 et 35). Enfin M. Strauss crut la vérifier complètement par l'expérience. Après avoir semé parallèlement des spores dans du bouillon et dans de l'eau distillée stérilisée, il exposa les ballons au soleil; au bout de huit heures d'insolation, les spores semées dans le bouillon étaient détruites, tandis que les spores insolées dans l'eau, transportées dans du bouillon nutritif, donnaient des cultures fécondes (*Société de Biologie*, 1886).

» Cette différence de résultat, dit M. Strauss, est facile à expliquer : dans de l'eau distillée, les spores, ne trouvant aucun aliment, demeurent immuables et incapables de végéter : elles continuent aussi à présenter, à l'égard de la lumière solaire comme à l'égard des autres agents, la résistance considérable qui est leur attribut essentiel. Placées au contraire dans un bouillon nutritif, les spores commencent à végéter : l'action des rayons solaires ne s'exerce donc plus sur la spore proprement dite, mais sur le bacille naissant.

» II. Depuis mes premières Notes, j'ai institué des expériences qui démontrent que le soleil détruit réellement les spores dans les conditions mêmes que j'avais signalées. Ces expériences consistent à maintenir les ballons fécondés avec des spores vigoureuses à des températures qui rendent impossible la germination des spores, pendant qu'on les soumet aux

rayons solaires. 1° Je féconde une série de ballons Pasteur. Je les expose au soleil de février : les uns sur un plateau de fonte émaillée, à la température maximum de 11°; les autres sur un bloc de glace. L'insolation dure cinq heures, pendant lesquelles la température intérieure des ballons déposés sur la glace n'a pas dépassé + 4°. Je porte ensuite tous les ballons dans une étuve à température eugénésique et je constate qu'ils sont tous stérilisés. 2° Je prépare des ballons semblables aux précédents et je les dépose immédiatement dans une étuve à porte vitrée dont la température est de + 52°. Les uns sont abrités derrière un écran opaque; les autres sont plongés dans les rayons solaires réfléchis par un héliostat. Quatre heures et demie plus tard, je les transporte dans une étuve à + 35°. Les ballons chauffés dans l'obscurité donnent, comme les témoins, une abondante végétation; les ballons insolés pendant l'échauffement sont stériles.

» Je ferai remarquer que la stérilité des ballons tient bien à la mort de la semence et non à l'altération du bouillon, car des spores identiques aux premières s'y développent très bien si on les sème à l'abri du soleil et à une température convenable.

» Ainsi, placées dans des conditions où il leur est impossible de donner un mycélium, les spores semées dans du bouillon sont stérilisées par le soleil en un temps très court, variable suivant la saison.

» III. Je viens de démontrer que, dans mes expériences comme dans celles de M. Strauss, la semence reste à l'état de spores. Pourquoi le soleil la détruit-il dans le premier cas et paraît-il la respecter dans le second? J'ai supposé qu'on ne pouvait expliquer cette différence qu'en invoquant une influence particulière du milieu liquide où sont répandues les spores. Celle de l'eau retarderait les effets destructeurs du soleil. J'ai vérifié la justesse de cette hypothèse par l'expérience suivante : des ballons sont garnis avec de l'eau distillée stérilisée et ensemencée avec des spores; deux sont déposés à l'obscurité pour servir de témoins; les autres sont exposés au soleil de février; on les retire successivement; on les additionne de bouillon nutritif et on les porte à l'étuve. Quand la série est épuisée, on verse du bouillon dans les ballons témoins et on les réunit aux précédents.

» Ceux-ci et les ballons insolés six et neuf heures donnent une abondante végétation; le ballon insolé douze heures fournit une végétation plus maigre; enfin les ballons insolés seize, vingt-quatre, vingt-sept et trente heures restent complètement stériles.

» Le soleil détruit donc aussi les spores dans l'eau; seulement il lui

faut plus de temps pour achever son œuvre dans ce milieu que dans le bouillon.

» Reste à connaître la nature de l'influence exercée par les écrans liquides qui peuvent être interposés entre les spores et le soleil; j'aborderai bientôt ce sujet. Dès maintenant, on prévoit quelques applications à l'hygiène du fait que j'ai établi. On conçoit qu'il y aura profit à laisser exposées aux rayons du soleil, sans végétation et sans abri, les régions où les spores des micro-organismes sont déposées ou sont ramenées en grand nombre à la surface du sol. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nouvelle méthode d'atténuation du virus de la variole ovine. Conséquences pratiques.* Note de M. **P. Pourquier.**

« Dans la Note que j'ai présentée à l'Académie le 2 novembre 1885, je disais que, pour obtenir l'atténuation du virus claveleux, il suffisait d'inoculer ce virus à une série de sujets ayant eu la variole, ou ayant été vaccinés à une époque antérieure. Ce premier contage devait remonter au moins à trois ans.

» Ce fait est vrai, mais je dois reconnaître qu'il est peu pratique. Les besoins de l'alimentation permettent rarement de trouver des bêtes ovines ayant atteint l'âge nécessaire pour pratiquer la seconde inoculation : les sujets d'expérience sont rares. Il y avait donc nécessité de chercher un autre moyen d'atténuation plus pratique : je viens aujourd'hui soumettre à l'Académie le résultat de mes recherches.

» I. Dans mes premières expériences sur la variole ovine, je cherchai d'abord à établir à quel moment la clavelée inoculée avait produit son effet vaccinal. Pendant dix jours consécutifs, un même sujet était inoculé avec le même virus. L'incubation étant de trois jours, je vis que les six premières piqûres seules étaient le point de départ d'un processus inflammatoire. Les quatre premières arrivaient à l'état de pustules; les deux suivantes commençaient à évoluer, mais avortaient; les quatre dernières ne donnaient rien.

» Un fait me frappa : c'est que les quatre premières piqûres arrivaient à sécrétion en même temps, quoique inoculées à un jour, deux jours, trois jours et quatre jours d'intervalle; elles étaient, toutes les quatre, dans leur complet développement et en pleine sécrétion du quatorzième au quinzième jour du début de l'expérience. Il y avait donc inégalité dans la durée

de l'évolution : la première arrivait à sécrétion en quinze jours, la seconde en quatorze jours, la troisième en treize jours, la quatrième en douze jours. Cette inégalité dans la durée de l'évolution modifiait d'ailleurs les dimensions des pustules, dont les diamètres allaient en décroissant.

» Il ressortait de ces observations que, dès les premières vingt-quatre heures, la première inoculation avait déjà modifié le terrain ; la deuxième piqûre donnait une pustule plus petite que la première et évoluant en moins de temps. Cette influence s'accentuait les jours suivants : les autres inoculations successives donnaient naissance à des pustules diminuant de plus en plus de diamètre et évoluant en un temps de plus en plus court. L'immunité complète était acquise du sixième au septième jour : en effet, le sixième jour, on avait encore une papule; les jours suivants, rien.

» La première méthode d'atténuation consistait à inoculer la variole à des sujets ayant déjà eu la maladie ou ayant été vaccinés. Il nous paraît que nous venions de créer expérimentalement la condition nécessaire pour obtenir l'atténuation : les piqûres faites les deuxième, troisième, quatrième jours, etc., ne représentaient-elle pas des inoculations pratiquées sur un individu présentant une immunité relative, tendant à devenir absolue dès le sixième jour ?

» Les expériences consécutives ont établi que ces prévisions étaient fondées. La pustule qui arrive à sécrétion dans le temps le moins long (douze jours) offre, en effet, un virus atténué. Pour démontrer cette atténuation, il faut d'abord fixer les caractères de la pustule, ce qui s'obtient en faisant passer le virus à travers une série d'organismes ([1]).

» Ainsi, pratiquons sur un sujet une série de dix inoculations avec le liquide de la pustule ayant évolué en douze jours, dans la première expérience. Nous obtenons une même série de pustules, ayant même diamètre, même durée d'évolution que dans cette première expérience, où nous étions parti du virus varioleux type. Nous avons donc quatre pustules, deux papules et quatre piqûres ne donnant rien. Dans cette nouvelle série, la piqûre du quatrième jour évolue en douze jours.

» Recommençons sur un nouveau sujet, avec le liquide de cette pustule du douzième jour, une série de dix ou de six inoculations (nous savons que les quatre dernières ne donnent rien). Dès lors, les caractères tendent à s'accentuer : nous n'aurons plus des pustules absolument semblables à celles de la première et de la seconde expérience; le premier terme de cette

---

([1]) Voir notre Note à l'Académie, du 17 janvier 1887.

nouvelle série de pustules présentera un diamètre moindre et évoluera en moins de quinze jours. Sur celles-ci, cependant, une évoluera en douze jours. Avec le liquide de cette dernière, répétons les inoculations sur un autre sujet : sur celui-ci, prenons encore la pustule ayant évolué en douze jours et transportons-la sur un nouvel organisme, et ainsi de suite, il arrivera un moment où la première inoculation arrivera toujours à sécrétion au douzième jour. La fixité est alors obtenue. Inoculons, en effet, sur un même sujet et en même temps, ce nouveau virus et le virus type : les deux virus vont évoluer parallèlement en conservant leurs caractères.

» On peut, par le même procédé, obtenir la fixité de caractères de pustules évoluant dans un temps donné, quatorze, treize, douze, onze, dix, neuf et même huit jours. L'expérience nous a démontré que, pour avoir une pustule donnant l'immunité, sans exposer l'animal à une éruption secondaire, il fallait prendre la pustule évoluant du onzième au douzième jour; les pustules évoluant en huit jours ne confèrent pas une immunité complète.

» Avec cette nouvelle pustule (du onzième au douzième jour) on peut donc inoculer un animal sans lui faire contracter la variole. L'animal, ainsi vacciné, mis au contact d'animaux varioleux, est devenu réfractaire : l'immunité est acquise : le virus est transformé en vaccin.

» Par cette méthode, nous avons une source indéfinie de vaccin.

» II. Nous sommes donc arrivé à atténuer un virus qui donne l'immunité, sans exposer à des pertes énormes parmi les vaccinés. Ce premier point obtenu, la vaccination claveleuse était possible, mais elle n'était pas à l'abri de toutes les objections adressées par l'Agriculture.

» On inocule, en effet, tous les jours, la clavelée à des troupeaux; les pertes sont plus ou moins grandes; on les supporte : mais un argument sérieux contre la clavelisation est la création, par celle-ci, de véritables foyers d'infection ; les troupeaux inoculés deviennent un danger pour leurs voisins. Nous proposons un moyen qui remédie à ce grave inconvénient. Il suffit, pour cela, de pratiquer l'inoculation du virus atténué, à l'extrémité de la queue. La piqûre doit arriver à sécrétion en douze jours; le onzième jour, on coupe l'extrémité de la queue. Ces animaux sont dès lors vaccinés, car, mis au contact de varioleux, ils ne contractent pas la maladie; d'un autre côté, ils ne sont point une nouvelle source d'infection, puisque des animaux sains, mis en contact avec eux, restent indemnes. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur quelques points controversés de l'organisation des Oursins.* Note de M. **Henri Prouho**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note du 17 janvier 1887, M. Perrier émet des doutes sur les résultats que j'ai obtenus en étudiant le développement de l'appareil génital d'un Oursin : le jour où il publiera sur un Échinide des résultats contraires aux miens, avec dessins à l'appui, j'essayerai de les discuter.

» M. Perrier s'occupe aussi de quelques points controversés de l'organisation d'un Oursin adulte. Je demande à l'Académie de préciser brièvement quelques-uns des résultats intéressant la question. Ils m'ont été fournis par l'étude anatomique et embryogénique d'un *Cidaris* (*Dorocidaris*), prolongée pendant plusieurs années au laboratoire Arago.

» Il existe, chez cet animal, un système aquifère communiquant avec l'extérieur par l'intermédiaire du madréporite et formé de canaux revêtus d'un endothélium vibratile.

» En outre, on doit distinguer un appareil généralement appelé *système vasculaire sanguin*, *système vasculaire viscéral* (H.-Milne Edwards), *Blutgefässystem*, *Bloodvascularsystem*, et qu'il serait préférable de nommer *système viscéral vasculo-lacunaire*; car il est en grande partie et peut-être en totalité composé, non de vaisseaux, mais de lacunes interstitielles creusées dans le mésentère proprement dit et ses dépendances. Le vaisseau marginal interne n'est lui-même qu'une vaste lacune interstitielle.

» *Rapport des deux systèmes au niveau de leurs anneaux œsophagiens.* — Les deux anneaux sont étroitement accolés et engrenés, mais ne communiquent par aucune voie canalisée. *Un échange de courant entre les deux est impossible.*

» Les seuls échanges qui puissent se faire sont de nature osmotique, ou bien ils consistent, dans le passage de l'un à l'autre, d'éléments figurés amœboïdes, auxquels on ne doit pas refuser la faculté de pouvoir traverser la plupart des tissus de l'Oursin par une véritable *diapédèse*.

» *Rapport du système viscéral vasculo-lacunaire avec l'extérieur.* — Il n'existe, sous le madréporite, ni vaisseau, ni canal quelconque faisant communiquer le système viscéral avec l'extérieur.

» Qu'est-ce que le canal nommé par M. Perrier *canal excréteur de la glande ovoïde?* Ce n'est point une dépendance du système vasculo-lacunaire

viscéral, mais bien un annexe de l'appareil aquifère permettant à l'eau qui pénètre par le madréporite de venir se mettre au contact des parois de la glande. La pénétration du milieu extérieur au contact des tissus dans lesquels se produisent les éléments figurés est la règle chez les Échinides et, par conséquent, peut être considérée comme indispensable à l'accomplissement de ce phénomène. Aucun échange ne peut se faire entre ce canal et le contenu du réseau intersticiel viscéral distribué aux parois de l'organe ovoïde; un épithélium continu s'y oppose.

» M. Perrier semble me reprocher de ne pas l'avoir formellement contredit au sujet de la fonction excrétrice qu'il a attribuée à la glande ovoïde des Oursins. A la vérité, si je ne l'ai pas fait lorsque j'ai dit qu'on devrait considérer, en outre, cet organe comme le lieu de production de jeunes éléments figurés, c'est qu'il me paraît impossible d'affirmer qu'il ne se produit pas dans la glande ovoïde d'un Oursin adulte des phénomènes d'excrétion, soit accessoirement, soit comme conséquence de la production des globules figurés. Quant à l'expression de *canal excréteur*, empruntée au même auteur, je la remplacerai volontiers par celle de *conduit aquifère annexe*.

» Le contenu du système aquifère est mis en mouvement par la vibration de l'endothélium des vaisseaux. Celui du système viscéral vasculo-lacunaire ne peut se mouvoir en masse que par une sorte de *vis a tergo* provenant de la réplétion des absorbants intestinaux. L'eau extérieure ne prend aucune part au transport des matières dirigées par ce dernier système.

» Il n'y a pas chez les *Cidaris* un appareil unique d'irrigation normalement parcouru par un même courant.

» Les deux systèmes de canaux et de lacunes dont il vient d'être question concourent, chacun pour leur part, à l'entretien du fluide périviscéral. Celui-ci, la chose est connue de longue date, circule activement autour des viscères; mais ce qui nous semble moins connu, c'est que la membrane recouvrant l'appareil masticateur, ou lanterne, isole, dans la cavité générale, une deuxième cavité absolument séparée de la première.

» Chez les Échiniens, la portion du liquide périviscéral ainsi isolée circule et respire dans les branchies externes, qui ne servent, dès lors, que d'une façon médiate à la respiration du fluide nourricier extérieur à la lanterne. On sait que chez les Cidaridiens les branchies externes font défaut, et l'on connaît l'existence de cinq appendices volumineux, flottant dans la cavité générale, formés par la membrane enveloppant la lanterne et rappelant la forme des branchies externes. Ces appendices, au contact desquels le milieu extérieur ne peut arriver, paraissent jusqu'ici spéciaux

aux Cidaridiens et ne peuvent pas être considérés comme fonctionnellement homologues des branchies externes des Échiniens.

» A mon avis, on doit les regarder comme des organes chargés d'une fonction équilibrante entre le liquide de la lanterne et le liquide périviscéral qui lui est extérieur. L'équilibre qu'ils maintiennent n'est pas un équilibre de pression, mais bien un équilibre qui se traduit par l'égale répartition, au dedans et au dehors de la lanterne, de tous les principes essentiels au fluide périviscéral et qui peuvent s'échanger par voie osmotique. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la glande à concrétions du* Cyclostoma elegans. Note de M. **P. Garnault**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Il existe chez le *Cyclostoma elegans*, dans la région dorsale, au-dessous du corps de Bojanus, et accolé à l'intestin, un organe problématique, que l'on a appelé la *glande à concrétions*. Elle fut découverte par Brard, qui y reconnut la présence de corpuscules nombreux, qu'il crut de nature calcaire. Claparède, le premier, a fait une bonne étude des concrétions, mais sans décrire leur mode de formation. Il trouva dans les concrétions une substance organique qu'il ne put définir, mélangée à du carbonate de chaux. Barfurth a constaté que cette substance était de l'acide urique; de plus, n'ayant pu retrouver ce corps dans l'organe de Bojanus, il en conclut que la glande à concrétions est, au point de vue physiologique, le véritable rein. Là s'arrêtent toutes les notions que nous possédons sur cet organe, qui paraît n'exister que dans le seul genre *Cyclostoma*.

» Ayant entrepris des recherches sur cette glande, j'ai dû tout d'abord en faire l'étude anatomique et histologique. Elle est constituée par de nombreux tubes réunis en bouquets, qui sont reliés au tube digestif par du tissu conjonctif lâche et entourés d'un lacis vasculaire très riche et facile à injecter. J'ai pu me convaincre, par des injections poussées dans l'intestin lié près de l'estomac, que la glande à concrétions ne communique pas avec cet organe. L'examen le plus minutieux m'a conduit à affirmer qu'il n'existe dans la glande aucun canal excréteur, au moins chez l'adulte.

» J'ai pu suivre le développement des concrétions dont les centres formateurs apparaissent dans des cellules, agglutinées ultérieurement par un dépôt d'acide urique. Je me suis assuré également que les concrétions se résorbent dans des conditions encore mal déterminées. De grandes vési-

cules claires, que l'on trouve dans les tubes dont j'ai parlé, représentent les derniers restes de ces éléments.

» Antérieurement à la publication de la Note de Barfurth, j'avais constaté la présence de l'acide urique dans les concrétions, qui contiennent en outre du carbonate et du phosphate de chaux en très petite quantité.

» Fait remarquable et constant, les tubes de la glande sont bourrés de bacilles, qui s'y trouvent en quantité prodigieuse. Ils remplissent entièrement la cavité des tubes, dont les parois sont tapissées par les éléments cellulaires et les concrétions. L'existence de ces bacilles, dans une glande close de toutes parts, devait naturellement appeler toute mon attention. Je l'ai constatée dans des centaines d'animaux venant d'être capturés; je puis donc affirmer que leur présence est normale chez le *Cyclostoma elegans* et aussi chez le *Cyclostoma sulcatum* d'Algérie.

» Je ne saurais, quant à présent, expliquer la présence de ces bacilles; mais j'ai lieu d'espérer que l'étude du développement embryogénique de la glande me fournira la solution de ce fait extraordinaire. Quoi qu'il en soit, la glande à concrétions paraît être un organe dans lequel l'acide urique se dépose et se résorbe. Cette substance doit être reprise par le sang et éliminée ensuite sous une autre forme par le corps de Bojanus, où, comme l'a dit Barfurth, on ne la retrouve pas. Mais on ne peut conclure avec cet auteur que la glande à concrétions soit un rein au point de vue physiologique. Un organe, pour mériter ce nom, doit séparer de l'organisme des substances destinées à n'y plus rentrer, ce qui n'est pas le cas pour la glande à concrétions, qui n'a pas de canal excréteur. Le corps de Bojanus, qui, ici comme chez les autres Mollusques, possède un canal par lequel sont éliminées des concrétions spéciales, mérite seul le nom de rein et, s'il ne contient ni acide urique, ni guanine, ni xanthine, il n'est pas douteux qu'il contienne d'autres produits d'excrétion.

» Il est probable que les bacilles, qui se trouvent en si grande quantité dans l'intérieur de la glande, sont liés par leurs conditions d'existence au fonctionnement de cet organe. Ces bacilles doivent contribuer au dépôt ou à la résorption de l'acide urique. Il serait intéressant de les cultiver et de rechercher si, dans des milieux appropriés, ils fabriquent ou détruisent l'acide urique. J'ai déjà pu arriver à en obtenir des cultures pures par la méthode de Koch, et je ne désespère pas de parvenir à déterminer expérimentalement leur rôle physiologique dans la glande. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur la structure et le développement des kystes de l'*Echinorhynchus angustatus *et de l'*E. proteus. Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Dans un Mémoire sur l'organisation et le développement des Échinorhynques [1], M. Mégnin a étudié la structure des kystes d'Échinorhynques trouvés dans un Combattant, dans des Varans et dans le Barbeau. D'après cet observateur, les larves enkystées présentent : un canal buccal qui s'ouvre à l'extérieur et qui, après un court trajet, se dilate en une ampoule pharyngienne au fond de laquelle se montrent deux ouvertures dans lesquelles viennent déboucher deux longs tubes à parois épaisses, beaucoup plus longs que le corps, ainsi que le montrent les anses qu'ils forment et leur extrémité repliée. Cet appareil digestif, si développé chez la larve, est destiné à s'atrophier presque complètement; chez l'adulte, les deux tubes considérablement raccourcis constituent ces organes caractéristiques des Échinorhynques, les lemnisques, dont la signification n'avait pas encore été reconnue. Cette observation, ajoute M. Mégnin, doit faire rapprocher ces Helminthes des Trématodes, et les éloigner des Nématodes avec lesquels on avait de la tendance à les ranger.

» La description donnée par M. Mégnin se rapporte aux kystes trouvés chez le Varan, mais les larves qu'il avait rencontrées chez le Combattant et le Barbeau présentaient la même organisation.

» Or, en étudiant chez le Barbeau les kystes qu'on trouve en si grande abondance dans le péritoine de ce poisson, chez lequel on rencontre toujours des *E. angustatus* et *proteus*, je suis arrivé à des résultats différents de ceux de M. Mégnin. Les kystes les plus petits, dont le diamètre ne dépasse pas quelques dixièmes de millimètre, apparaissent sous forme de petits points blancs, à la surface de l'intestin ou du péritoine. Ils présentent une enveloppe épaisse formée de plusieurs lames concentriques d'un tissu conjonctif riche en noyaux, entourant une masse centrale granuleuse formée par la réunion d'un grand nombre de petites cellules, à contours indistincts, et dont les noyaux ont une taille très exiguë. Cette masse cellulaire, sphérique dans les plus jeunes kystes, devient ovoïde, puis se différentie dans les kystes un peu plus âgés pour donner naissance à une

(1) *Bulletin de la Société zoologique de France,* t. VII; 1882.

trompe d'Échinorhynque sur laquelle apparaissent les crochets caractéristiques. Les crochets se montrent d'abord dans la partie qui correspond à l'extrémité antérieure de la trompe, puis se forment successivement d'avant en arrière. Bientôt on voit apparaître à l'extrémité postérieure de la trompe un petit bourgeon qui s'allonge peu à peu, mais sans s'élargir, et qui refoule souvent devant lui la paroi du kyste, lequel présente alors extérieurement une bosselure ou une proéminence plus ou moins marquée. Dans certains de ces kystes, on trouve en arrière de la trompe un élargissement annulaire analogue à celui qu'on connaît dans la tête de l'*E. proteus* adulte. Le prolongement qui fait suite à la trompe est creux, et il renferme un cordon central, le cordon génital. Les coupes montrent que la trompe développée dans ces kystes offre une structure analogue à celle de la trompe chez l'adulte. L'organisme ainsi formé dans le kyste présente donc une région antérieure bien développée et ressemblant d'une manière étonnante à la tête d'un Échinorhynque adulte, et une région postérieure réduite à un prolongement très grêle, arrondi et un peu renflé à son extrémité, beaucoup plus étroit que la trompe, dont il paraît n'être qu'un appendice peu important. La longueur de cet appendice est variable : elle peut être le double de celle de la trompe.

» J'ai examiné un grand nombre de Barbeaux renfermant chacun plusieurs milliers de kystes et je n'ai rencontré qu'un seul kyste, un peu plus gros que les autres, qui renfermât un animal pourvu de lemnisques : ils prenaient naissance en arrière de la trompe, s'étendaient jusqu'à une certaine distance de l'extrémité du prolongement postérieur et présentaient la même structure que chez l'adulte. Les lemnisques, lorsqu'ils existent dans ces kystes, doivent donc faire leur apparition fort tard.

» Quelle est la destinée de ces kystes? Lorsqu'on choisit les kystes les plus gros pour en reconnaître la structure, on s'aperçoit bien vite qu'un petit nombre d'entre eux seulement présentent des éléments intacts et une consistance qui permette de les débiter en coupe. Presque tous les kystes un peu volumineux ont une coloration jaune assez foncée; ils sont durs et se laissent écraser difficilement et couper plus difficilement encore. Le rudiment d'Échinorhynque paraît avoir subi une dégénérescence particulière qui le rend dur et cassant; la forme générale est encore conservée, mais les tissus ne présentent plus d'éléments distincts et sont transformés en une substance colorée en jaune et d'apparence vitreuse.

» Si l'on remarque que le plus grand nombre des kystes qui ont atteint une certaine taille subissent ou ont subi cette dégénérescence particulière,

on est obligé d'admettre que le petit Échinorhynque qui avait commencé à s'y développer ne peut dépasser un certain état; qu'arrivé à ce stade, il doit fatalement périr, et qu'alors ses tissus tombent en dégénérescence et se désorganisent.

» Or les Échinorhynques qu'on trouve dans le tube digestif du Barbeau, fixés dans les parois de l'intestin, proviennent incontestablement de larves dont les premiers développements se sont effectués dans un *Gammarus* ou un *Asellus*. J'ai recueilli, fixés à la muqueuse intestinale du Barbeau, des Échinorhynques de toutes tailles, depuis des individus de 1^{mm} ou 2^{mm} de longueur jusqu'aux plus grandes. Il me paraît donc impossible d'admettre que les kystes qu'on trouve dans le péritoine sont des larves enkystées qui atteindraient leur développement complet en arrivant dans l'intestin, ou, en d'autres termes, que les kystes sont une phase de développement *nécessaire* des animaux qui, à leur état adulte, se fixent à la face interne de la paroi intestinale. On ne s'expliquerait pas comment ces larves se débarrasseraient de leur enveloppe et pénétreraient dans l'intestin. D'ailleurs, nous avons vu que les kystes ne dépassaient pas une certaine grosseur, et qu'à un moment donné leur contenu tombait en dégénérescence.

» Les Échinorhynques fixés dans le tube digestif ne proviennent donc pas des kystes qui subissent un commencement de développement dans le péritoine. Mais quelle est l'origine de ces kystes? C'est ce que je ne puis encore m'expliquer. Proviennent-ils de larves formées dans le *Gammarus* qui, au lieu de se fixer à l'intestin du Barbeau, en traversent les parois et viennent s'égarer dans la cavité abdominale, où ils s'enkystent? Quelle que soit l'origine des *germes* d'Échinorhynques qui arrivent au milieu du péritoine chez le Barbeau, leur étude est intéressante, puisqu'elle nous fournit l'exemple d'un parasite qui subit un commencement de développement dans un animal qui *devrait* être son hôte définitif, mais qui, ne trouvant pas de conditions favorables à son évolution dans la région où il se trouve, s'arrête en route et périt avant d'avoir atteint l'état adulte, et ordinairement avant même d'avoir acquis les lemnisques. »

ZOOLOGIE. — *Sur la nourriture de la Sardine.* Note de MM. G. **Pouchet** et J. **de Guerne**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La diminution du nombre des Sardines sur la côte bretonne depuis cinq ans, la crise industrielle qui en résulte et dont l'administration de la

Marine se préoccupe actuellement à juste titre, donnent un réel intérêt à tout ce qui touche les conditions d'existence d'une espèce animale encore peu connue malgré son importance économique.

» Au cours de sa dernière campagne scientifique, S. A. le Prince Albert de Monaco dut relâcher à la Corogne, par suite du mauvais temps. C'est une opinion courante en Galice que la Sardine cherche dans les sinuosités de la côte un abri contre la tempête. Une pêche fructueuse eut lieu dans la baie, pendant le séjour du yacht *l'Hirondelle*. Grâce à l'obligeance de MM. Maristany, l'un de nous put recueillir, dans des conditions satisfaisantes, un certain nombre de viscères de Sardines; quelques poissons entiers furent également conservés.

» D'autre part, des matériaux réunis au Laboratoire maritime de Concarneau depuis plusieurs années, ainsi que diverses études antérieures sur la faune pélagique, nous permettent de grouper dans une vue d'ensemble certains faits relatifs à l'alimentation de la Sardine et à l'influence que celle-ci *peut* exercer sur sa présence dans le golfe de Gascogne.

» A Concarneau, l'estomac de Sardines prises le 17 juin 1882 renferme uniquement des Copépodes appartenant aux espèces les plus grandes des mers d'Europe : *Pleuromma armata* Boeck, *Calanus finmarchicus* Gunner [1]. Ce sont des Crustacés de haute mer, que l'on rencontre parfois au large en quantités considérables, mais qui ne se montrent jamais en grand nombre à proximité du rivage. Lorsqu'ils s'y présentent en abondance exceptionnelle, ils constituent ce que les pêcheurs bretons appellent la *boët rouge* (en celtique *bouèd,* nourriture et aussi appât). Celle-ci correspondrait exactement, sauf peut-être l'identité de toutes les espèces, au *Rödaat,* qui paraît attirer le Hareng d'été (*Sommersild*) sur les côtes de la Norvège.

» En juillet, août et septembre, dans les parages de Concarneau, nos préparations nous montrent la Sardine absorbant une nourriture variable suivant la composition de la faune ou de la flore pélagique. Des êtres très divers se trouvent dans les estomacs avec les Copépodes. Ceux-ci ne sont plus des formes de haute mer : ils appartiennent pour la plupart à la famille des *Harpacticidæ; Euterpe gracilis* Claus doit être signalé entre autres espèces. Mêlés aux débris de ces Copépodes, on remarque un grand nombre de Cladocères du genre *Podon* (*P. minutus* G.-O. Sars), que l'on

(1) On remarquera que tous les Entomostracés cités dans cette Note sont signalés pour la première fois sur les côtes océaniques de France ou d'Espagne.

obtient rarement dans les pêches pélagiques faites à la surface. En dehors de ces Entomostracés, nous avons reconnu dans plusieurs estomacs des embryons et des œufs de petits Crustacés, des soies d'Annélides jeunes et adultes, des enveloppes d'Infusoires de la famille des *Tintinnodea*, des spicules de Radiolaires, quelques *Peridinium divergens* Ehr., un grand nombre de *cornes* de *Ceratium* écrasés, et quelques débris d'origine végétale. Nul doute que beaucoup d'êtres trop délicats pour laisser dans l'appareil digestif une trace reconnaissable soient également absorbés. La Sardine ne fait choix en aucune façon des matières animales, et il peut même arriver que sa nourriture soit exclusivement composée de végétaux microscopiques. Ainsi, en juillet 1874, à Concarneau, l'attention de l'un de nous fut appelée par un industriel distingué du pays, M. B..., sur la coloration vert jaunâtre du contenu de l'intestin des Sardines, qui se trouva formé uniquement de diatomées. Un fait important à noter, c'est que les estomacs remplis de *rogue* (œufs de Morue servant d'appât) contiennent d'ordinaire très peu d'aliments, d'où l'on peut conclure que la Sardine ne *travaille,* suivant l'expression des pêcheurs, que lorsqu'elle est à jeun.

» A la Corogne, où la Sardine n'est point pêchée à l'appât, où elle est gardée vivante en masse compacte pendant plusieurs jours dans des filets spéciaux, nous voyons de nombreuses écailles arrêtées entre les arcs branchiaux et parfois descendues jusque dans l'estomac. Quelques *Podon minutus* s'y trouvent également avec des Copépodes (*Euterpe gracilis* Claus, *Ektinosoma atlanticum* G.-S. Brady) et des embryons de Gastéropodes. Un Trématode microscopique (*sp. nov.* ou état larvaire?), qu'on rencontre souvent à Concarneau dans les pêches pélagiques et même fixé sur les Noctiluques, paraît très fréquent dans l'estomac des Sardines à la Corogne. Nous en trouvons jusqu'à cinquante individus dans un seul poisson. Le fait sera d'autant plus remarqué que la Sardine paraît d'ordinaire exempte de parasites.

» Mais l'intérêt principal des viscères provenant de la Corogne est dans l'abondance extraordinaire des Péridiniens qui les remplissent. Ils appartiennent à deux types : *Peridinium divergens* Ehr. et *P. polyedricum* Pouchet. Ce dernier, qu'on n'avait signalé jusqu'à ce jour que sur les côtes de Provence, comble littéralement le tube digestif de nos Sardines. On en retrouve jusque dans le rectum la trace parfaitement reconnaissable aux plaques ponctuées du test.

» Ces Péridiniens, de dimensions diverses, mesurent en moyenne 36 μ de diamètre, ce qui nous donne, en ramenant *P. polyedricum* à la forme sphé-

rique, dont il s'éloigne d'ailleurs assez peu, pour volume d'un individu près de 25 000 μ cubes. La capacité de l'intestin (non compris l'œsophage, l'estomac et son cul-de-sac), chez les Sardines que nous avons sous les yeux, pouvant être évaluée à 1^{cc}, on voit qu'elle correspond au volume de *quarante millions* de Péridiniens. Si l'on tient compte des interstices qui existent forcément entre des corps sphériques juxtaposés, le chiffre se réduit à peu près de moitié. Mais ce nombre de *vingt millions* doit être considéré comme un minimum, car les Péridiniens s'écrasent rapidement dans le tube digestif, où les plaques du test vont se tassant de plus en plus.

» Les observations qui précèdent, poursuivies en plusieurs points des côtes océaniques, montrent que l'alimentation de la Sardine est susceptible de varier suivant les circonstances. La présence de ce poisson dans le golfe de Gascogne, si l'on admet qu'elle soit influencée par la nourriture plutôt que par toute autre condition de milieu (température, salure, etc.), ne paraît dépendre de l'abondance d'aucune espèce animale ou végétale particulière, et encore moins de l'arrivée très problématique, sur les côtes d'Europe, de détritus venus d'outre-mer. »

TÉRATOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur le mode de formation des monstres doubles*. Note de M. Camille Dareste.

« La question de la formation des monstres doubles, bien qu'elle ne soit pas encore complètement résolue, par suite de la très grande difficulté du sujet, a fait cependant dans ces dernières années des progrès considérables. Nous savons aujourd'hui, et j'ai, pour ma part, contribué à ce résultat, que les monstres doubles se produisent toujours sur une cicatricule unique. Mais ce premier fait obtenu, il fallait aller plus loin; et, pour cela, il fallait étudier la question, non plus dans son ensemble, mais dans chaque forme particulière de la monstruosité double.

» J'ai constaté, depuis longtemps, que certains types de la monstruosité double résultent de l'union et de la fusion plus ou moins complète de deux corps embryonnaires produits sur une cicatricule unique. Ce fait est parfaitement évident pour les Céphalopages et les Métopages, dans lesquels l'union se fait uniquement par les têtes. Il l'était beaucoup moins pour les monstres sycéphaliens (Janiceps, Iniopes et Synotes) et pour les Déradelphes. Et cependant, là aussi, j'ai pu suivre, dans un grand nombre de cas, la manière dont s'opère la fusion complète de deux corps embryon-

naires primitivement isolés, bien qu'étant médiatement unis par les aires vasculaires.

» Mais il est des monstres doubles auxquels ces explications ne s'appliquent point : ce sont les monstres que j'ai désignés jadis sous le nom de *monstres par union latérale*, désignation inexacte, parce qu'elle n'exprime qu'une apparence et non une réalité, comme j'en suis actuellement convaincu. Ces monstres ne sont que partiellement doubles, tantôt antérieurement, tantôt postérieurement, et parfois, mais plus rarement, antérieurement et postérieurement, avec l'unité de la région médiane.

» Ces monstres sont très rares chez les Oiseaux. J'en ai rencontré seulement trois dans le cours de mes recherches. Ils se produisent au contraire assez fréquemment dans les Poissons, à la suite des fécondations artificielles. J'ai eu rarement occasion de les étudier par moi-même ; mais j'ai pu mettre à profit pour mes études les travaux de plusieurs physiologistes.

» L'examen de toutes ces observations m'avait conduit, il y a dix ans, à supposer que ces monstres se forment par une union très précoce, tantôt antérieure à la formation de la ligne primitive, et tantôt immédiatement postérieure. Un examen plus attentif de cette question me conduit à admettre que ces monstres apparaissent d'emblée sur le blastoderme, avec tous les faits d'organisation qui les caractérisent, et qu'ils contiennent en eux-mêmes, dès leur origine, le principe de leur évolution tératologique. L'être monstrueux, primitivement simple dans la région médiane, se compléterait à un certain moment par la formation d'éléments doubles, tantôt dans la région antérieure, tantôt dans la région postérieure, et parfois aussi simultanément dans ces deux régions.

» Il semblerait au premier abord que cette théorie ne serait que la reproduction d'une théorie tératogénique très soutenue aujourd'hui, et qui explique ces monstruosités doubles par la division partielle et accidentelle d'un embryon primitivement simple. Mais la théorie que je soutiens est tout autre. Mes expériences m'ont appris que l'on ne produit pas artificiellement les monstres doubles, en modifiant les conditions de l'incubation. La division partielle d'un embryon primitivement simple n'est qu'une apparence. L'évolution ne fait que réaliser une organisation qui existait virtuellement dans le germe.

» Dans l'état actuel de la science, nous ne connaissons pas les caractères matériels qui distinguent les germes produisant les êtres simples, et les germes produisant des monstres doubles. Toutefois, l'étude des faits nous conduit à voir que le germe peut contenir deux foyers de formation

embryonnaire. C'est ce qui arrive dans la formation des jumeaux uni-vitellins et dans celle des monstres doubles produits évidemment par l'union de deux corps primitivement distincts. Dans les monstres partiellement doubles et partiellement simples, ces deux foyers de formation embryonnaire doivent se confondre en un seul. L'organisation qui se produit alors par l'évolution d'un tel germe contient toujours en plus ou moins grand nombre les éléments de deux êtres.

» Ainsi donc, dans ces monstres doubles, comme dans les autres, il y aurait toujours dualité initiale et fusion consécutive. Mais, tandis que dans certains monstres doubles l'union et la fusion ne se produisent qu'à une époque déterminée de l'évolution, dans d'autres, la fusion se produit à une époque très précoce de la formation du germe; car nous devons supposer qu'elle est antérieure à la segmentation.

» J'ai émis depuis longtemps l'opinion que l'état particulier de la cicatricule qui produit deux foyers de formation embryonnaire, et par suite les diverses formes de la monstruosité double, pourrait se rattacher à quelque condition, encore inconnue, de la fécondation. Je me fondais surtout sur ce fait que, chez les Poissons, les monstres doubles se produisent fréquemment dans les œufs fécondés artificiellement. Des renseignements que j'ai recueillis sur cette question m'ont appris que la fréquence des monstres doubles varie suivant les méthodes employées, et qu'elle est plus grande avec la méthode sèche qu'avec la méthode humide.

» L'explication de ce rôle probable de la fécondation dans la production des monstres doubles est peut-être dans les observations de MM. Hertwig, Fol et Selenka, sur les modifications qu'éprouve le spermatozoïde lorsqu'il a pénétré dans l'ovule, et sur la formation du noyau mâle. Dans l'état normal, un seul spermatozoïde doit intervenir. La pénétration de deux spermatozoïdes dans l'ovule déterminerait la formation de deux noyaux mâles. Ces deux noyaux seraient-ils l'origine des deux foyers de formation embryonnaire? La question doit être posée. Nous devons espérer que l'expérience la résoudra bientôt. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les variations de composition des porphyrites carbonifères du Renfrewshire (Ecosse).* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Fouqué.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 828), j'ai signalé les intéressantes variations de structure observées dans un filon de diabase carbonifère de la rive droite de la Clyde (Ecosse), diabase passant sur ses

salbandes à la porphyrite. J'appellerai aujourd'hui l'attention sur les variations de composition minéralogique des *porphyrites* carbonifères du Renfrewshire.

» La construction du chemin de fer de Glasgow à Greenock (rive gauche de la Clyde) a nécessité autrefois le creusement d'un tunnel, près de Bishopton. Une quantité considérable de déblais de roches porphyritiques a été retirée de ce tunnel : j'ai recueilli, sur place, les matériaux d'une étude dont j'ai l'honneur de présenter les premiers résultats à l'Académie.

» Il semble que l'emplacement du tunnel de Bishopton ait été le siège de l'une des bouches des nombreux volcans qui, à l'époque carbonifère, ont couvert la région de leurs laves. Les tufs, formés de produits de projections bulleux et scoriacés, les coulées de roches massives, la composition pétrographique de ces matériaux permettent d'établir une grande analogie entre le mode d'épanchement de toutes ces roches et celui des laves rejetées par les volcans actuels.

» Parmi les nombreux échantillons examinés, on trouve tous les passages entre la roche microlithique réduite à sa simplicité extrême et le mélaphyre labradorique ne renfermant presque plus de matière vitreuse.

» C'est dans les produits de projection les plus scoriacés qu'il faut chercher les types les plus simples et à la fois les plus acides de la série. On n'y observe que des microlithes d'oligoclase peu nombreux et noyés dans un verre brunâtre fortement altéré et chargé d'hématite (*porphyrite andésitique*).

» Parmi les porphyrites vacuolaires, deux types sont à noter. Le premier est caractérisé par l'apparition de grands cristaux d'oligoclase : le magma amorphe est très réduit, le fer oxydulé abondant (*porphyrite andésitique à oligoclase*). L'apparition du labrador, puis la disparition de l'oligoclase conduisent au second type plus basique que le premier et renfermant les éléments suivants :

» I. Fer oxydulé, labrador;

» II. Microlithes de labrador, de pyroxène et de fer oxydulé;

» Cette *porphyrite labradorique et augitique à labrador* est caractérisée par ses microlithes de labrador et de pyroxène. On rencontre souvent des termes intermédiaires entre les deux types précédents, dans lesquels oligoclase et labrador sont associés dans I et dans II.

» Enfin le terme extrême de la série est réalisé par l'apparition de l'olivine et du pyroxène en grands cristaux : on trouve alors la composition suivante :

» I. Fer oxydulé, olivine, pyroxène;

» II. Microlithes de labrador, de pyroxène, de fer oxydulé.

» Ce *mélaphyre labradorique* est de beaucoup le plus abondant; il forme des coulées épaisses. C'est lui qui a été étudié par Allport dans son travail sur les dolérites carbonifères de l'Angleterre ([1]).

» Les infiltrations aqueuses minéralisées par leur passage au milieu des roches feldspathiques de cette région bouleversée pendant longtemps par des phénomènes volcaniques ont laissé déposer dans les vacuoles des porphyrites une grande quantité de zéolithes.

» Les zéolithes calciques dominent. La prehnite et l'analcime sont fréquemment associées, la prehnite a cristallisé la première et tapisse de ses masses mamelonnées les vacuoles, dont le remplissage est terminé par l'analcime d'abord, puis par de la calcite lamellaire. La *thomsonite* et la *laumonite* sont plus rarement associées à l'analcime.

» Quant à la stilbite et à la heulandite, si abondantes dans quelques localités voisines : Kilpatrick (rive droite de la Clyde), Kilmacolm, etc., je n'ai pu les rencontrer à Bishopton.

» Ces porphyrites renferment un certain nombre de minéraux d'importance secondaire et de nombreux produits de décomposition (chlorite, hématite, etc.), qui ne sont cités ici que pour mémoire, le but de cette Note étant d'insister sur la nature franchement volcanique de ces roches et sur leurs variations d'acidité. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les associations minérales du basalte de Prudelles, près de Clermont-Ferrand.* Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« J'ai signalé, dès 1873, l'existence de petits cristaux de christianite dans les vacuoles du basalte exploité à l'ouest de Prudelles, au voisinage immédiat de la route de Clermont-Ferrand au mont Dore, à peu de distance du hameau de la Baraque. Les cristaux de christianite, d'un très petit volume, paraissaient fort rares dans la roche; ils étaient accompagnés d'une matière compacte verdâtre, voisine, par sa composition, de la laumontite. A ces deux minéraux se joignaient quelques petits rhomboèdres de calcite réunis en agglomérations globulaires; de jolies aiguilles limpides d'aragonite, présentant la combinaison de forme $m e^1 e^{\frac{1}{6}} \left(b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{2}}\right)$ (il s'est

[1]) *Journal of the geological Society*, p. 529; 1874.

trouvé plus tard de beaux échantillons de ces cristaux, simples ou maclés, dans les basaltes coupés, un peu au-dessous de Prudelles, par la ligne du chemin de fer de Clermont-Ferrand à Pontgibaud); enfin, de petits globules de mésole ou de puflérite disséminés sur les cristaux de christianite, et de petites masses de magnétite recouvertes par ces derniers.

» En somme, l'espèce dominante de ces associations était la christianite, très répandue, d'ailleurs, comme je l'ai montré, dans la plupart des roches basaltiques du Puy-de-Dôme et de la Loire, et que, probablement, les anciens minéralogistes du pays n'ont pas distinguée de la mésotype, ou ont comprise sous la dénomination vague de *zéolite*.

» Ces dernières années, de nouvelles carrières ouvertes à quelques centaines de mètres des premières, et situées au-dessus de l'angle de la route qu'on nomme *le Grand-Tournant*, ont fourni aux chercheurs une assez grande quantité de bons échantillons; c'est encore la christianite qui est le minéral dominant; elle couvre immédiatement de ses enduits cristallins à pointements tétraèdres d'assez grandes vacuoles, sans que la roche paraisse offrir la moindre altération, alors que, au contraire, le basalte du puy de Marman montre, tout autour des géodes de mésotype, une modification évidente; de telle sorte que, tandis qu'à Prudelles la zéolitification paraît s'être produite par l'apport exclusif d'éléments étrangers à la roche, à Marman, au contraire, celle-ci semble y avoir contribué en fournissant certains éléments tirés de sa propre substance. Ce phénomène a même eu, à Marman, deux stades bien marqués; car, sur des cristaux de mésotype altérée, j'ai observé de petits cristaux fort nets de christianite et de phacolite, et la mésotype est souvent recouverte de concrétions calcaires, ou même de rhomboèdres e^1 de calcite et d'aiguilles d'aragonite.

» Le basalte de Prudelles renferme çà et là des masses blanchâtres vacuolaires, tapissées de cristaux de christianite. Au milieu de ces masses de matière zéolitique amorphe, on reconnaît des parties lamelleuses d'un minéral feldspathique, de couleur blanche ou brun clair, présentant parfois des stries fines qui indiquent un plagioclase; les contours de ce minéral sont arrondis, et il est évidemment altéré. On peut dire, pour employer une expression imagée de von Lasaulx (*in litteris*), qu'ici les zéolites ont pris naissance et se sont développées sur les cadavres des feldspaths.

» Mais, à côté de cette christianite, si disséminée dans les laves anciennes de l'Auvergne, du Forez et du Vivarais, j'ai reconnu récemment deux autres minéraux dans ce même basalte de Prudelles : je veux parler de l'apophyllite et de la chabasie.

» C'est sur des échantillons qu'à ma demande a bien voulu recueillir un professeur du Pensionnat des Frères de la Doctrine chrétienne, à Clermont-Ferrand, le frère Adelphe, que j'ai reconnu les deux minéraux dont il s'agit plus spécialement dans cette Note. A la vérité, ni l'une ni l'autre de ces deux espèces ne sont absolument nouvelles pour le Puy-de-Dôme; car M. de Laizer avait observé dans les tubes des friganes du calcaire siliceux du puy de la Piquette, au-dessous du Crest, de petits cristaux octaédriques, que Dufrénoy décrivit comme appartenant à l'apophyllite, et, d'autre part, indépendamment du fait précité, j'ai, en 1871, découvert, à l'extrémité sud du plateau de la Chaux de Bergonne, dans les vacuoles d'une dolérite amygdalaire, la variété de chabasie maclée connue sous le nom de *phacolite*. Le gisement de Prudelles mérite néanmoins un certain intérêt. L'apophyllite que j'y ai observée forme, de même que la christianite, un revêtement continu de cristaux enchevêtrés les uns dans les autres; toutefois, ils sont aisément reconnaissables à leur forme, qui est celle d'un prisme carré pm, avec un octaèdre a^1 posé sur les angles; ils rappellent les cristaux de Wolfhill, comté d'Antrim; ils sont très transparents; dans le tube, ils donnent de l'eau; l'acide chlorhydrique les attaque aisément avec dépôt de silice terreuse; la solution précipite par l'oxalate d'ammoniaque. A cause de la petite quantité de matière dont je disposais, je n'ai pu reconnaître la potasse au moyen du bichlorure de platine, mais j'en ai constaté l'existence au spectroscope.

» Quant à la chabasie de Prudelles, dont je n'ai pu observer qu'un échantillon, elle se présente en rhomboèdres striés, probablement $pb^{\frac{1}{13}}$, autant qu'il est possible d'en juger à la loupe; ses cristaux sont associés à ceux de christianite. Il est permis d'espérer d'une recherche plus attentive, lors de la reprise de l'exploitation des carrières, qu'elle permettra une étude plus complète de ces deux espèces minérales. Il m'a paru, en attendant, qu'il n'était pas sans intérêt de signaler à l'Académie les associations que renferment ces gisements, encore peu connus, des laves anciennes du Puy-de-Dôme.

» En terminant, qu'il me soit permis de remercier M. Péteaux, professeur à l'École vétérinaire de Lyon, qui a bien voulu, pour ces recherches, mettre son laboratoire à ma disposition. »

GÉOLOGIE. — *Recherches sur la contraction du rayon terrestre, depuis la formation de l'écorce solide.* Note de M. A. de Lapparent.

« Jusqu'ici la plupart des géologues ont considéré les montagnes comme le résultat du ridement ou du gauchissement de l'écorce solide, obligée de réduire son ampleur à mesure que les progrès du refroidissement diminuent le volume du noyau. Cependant, depuis quelque temps, une nouvelle école, qui a pour chef M. le professeur Suess, de Vienne, tend à donner le rôle principal, dans la formation du relief, à l'effondrement progressif de grandes surfaces, limitées par des cassures et glissant, sous le seul effort de la pesanteur, le long de piliers immobiles. D'après M. Suess, rien que pour les temps secondaires et tertiaires, l'amplitude verticale de ces effondrements se compterait par plusieurs dizaines de kilomètres. De son côté, M. Heim, en évaluant, par la mesure des plis des couches, la compression subie par le massif alpin, a cru pouvoir établir que la formation des Alpes avait, à elle seule, réduit de plus de 19^{km} la longueur du rayon terrestre.

» Un grand nombre de faits géologiques protestent contre la conception des affaissements. Le plus saillant est l'immobilité presque absolue des rivages maritimes, depuis le trias jusqu'à nos jours, dans la région de Valognes-en-Cotentin. On y observe, à une altitude à peine différente de celle du rivage actuel, plus de neuf exemples de formations littorales, échelonnées de l'infra-lias au pliocène. Or de telles coïncidences ne se seraient pas renouvelées aussi souvent au même point, si la mer, d'un côté, et l'écorce solide, de l'autre, avaient dû, indépendamment l'une de l'autre, subir un mouvement centripète de plusieurs dizaines de kilomètres.

» Quant aux Alpes, si, au lieu de reporter sur la circonférence la compression mesurée par M. Heim, on cherche à évaluer la *surface soulevée*, on trouve qu'elle ne représente pas la *cinq-millième* partie de la superficie du globe et que cela répond à une contraction générale de *six cents mètres seulement*. Quand même on sextuplerait ce chiffre pour tenir compte des Carpathes, du Caucase et de l'Himalaya, on resterait encore bien loin de 19^{km}.

» En cherchant à traiter directement la question de la contraction du globe par le refroidissement, on peut s'assurer que, vu la valeur du degré géothermique, qui est de 35^{m} pour $1°C.$, la perte de chaleur de la surface est, par an et par centimètre carré, de 53^{Cal}, ce qui, pour *un million d'an-*

nées, ne peut faire perdre à la masse du globe que *moins d'un demi-degré de température*. En admettant que le coefficient de dilatation du globe soit égal à trois fois celui du fer, on trouve que cette perte correspond à un raccourcissement du rayon de 87^m. Acceptons, pour la durée des temps secondaires et tertiaires, le chiffre de 20 millions d'années, établi à l'aide des calculs les plus élevés de sir William Thomson. Dans cette période, regardée comme représentant la cinquième partie de la durée totale des temps sédimentaires, la réduction du rayon n'atteindrait pas 2^{km}. Dût-on doubler ce chiffre pour tenir compte, soit de l'incertitude des données physiques admises, soit de l'épanchement des roches éruptives et de diverses autres causes de perte, on n'arriverait jamais qu'à *une fraction tout à fait insignifiante de la valeur du rayon*.

» Ce faible raccourcissement suffit néanmoins, comme il est aisé de s'en assurer, pour expliquer les grands plissements post-primaires du globe, concentrés comme ils sont surtout dans la zone méditerranéenne, qui va de l'Espagne à l'extrémité de l'Himalaya. Mais il justifie ce que nous avons dit de la stabilité générale de l'écorce et enlève toute raison suffisante aux grands effondrements admis par la nouvelle école orogénique.

» Ce qui précède s'applique aux temps écoulés postérieurement à l'ère primaire. Pour les âges antérieurs, l'incertitude est plus grande. On peut néanmoins établir un maximum que la contraction du rayon n'a pas dû dépasser, depuis la consolidation de la première écorce. En effet, cette écorce est composée de gneiss, roche dont le poids spécifique est 2,65. Si l'on suppose que le rayon du globe ait été primitivement plus long qu'aujourd'hui dans le rapport de 129 à 100, la masse spécifique du globe, qui est de 5,56, s'abaisse justement à 2,65, tandis que celle du gneiss, considéré comme une roche solide, demeure invariable, même en s'éloignant du centre. Au delà de ce chiffre, qui représente une réduction d'un peu plus d'un cinquième, la formation de l'écorce gneissique deviendrait absolument impossible, une roche telle que le gneiss ne pouvant pas flotter sur un magma de masse spécifique moindre.

» Il est visible, d'ailleurs, que ce maximum théorique est, pour bien des raisons, supérieur à ce qui serait physiquement réalisable.

» On voit par là ce qu'il faut penser de l'opinion émise par quelques auteurs, que, depuis les temps gneissiques, le rayon du globe aurait pu diminuer de moitié. Non seulement cette hypothèse conduit à des conséquences physiquement incompatibles avec la valeur de la densité du globe; mais le fait d'observation qui l'a fait naître, c'est-à-dire l'inclinaison habi-

tuelle des gneiss, sous des angles de 60° et plus, peut s'expliquer tout simplement par la pénétration des masses éruptives, granitiques et autres, qui d'ordinaire occupent, dans les districts primaires, une notable partie de la surface et ont dû conquérir leur place aux dépens de celle qui était d'abord occupée par les roches ainsi traversées. »

M. G. Cabanellas adresse une nouvelle Note intitulée « Sur les réactions d'induction dans les systèmes électromagnétiques et sur les coefficients de self-induction ».

M. A. Audoynaud adresse, comme suite à sa Communication sur le plâtrage des vendanges, une Note intitulée « Sur la fermentation rapide des moûts de raisin ».

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 février 1887.

Les démoniaques dans l'art; par J.-M. Charcot (de l'Institut) et Paul Richer. Paris, Delahaye et Émile Lecrosnier, 1887; vol. in-4°. (Présenté par M. Bertrand.)

Les plantes médicinales de l'île Maurice et des pays intertropicaux, comprenant un formulaire thérapeutique; par le Dr Clément Daruty. Maurice, General Steam printing Company, 1886; pet. in-4°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Herbages et prairies naturelles; par Amédée Boitel. Paris, Firmin-Didot et Cie, 1887; vol. in-8°. (Présenté par M. Chatin.)

Dispensaire Furtado-Heine. — Statistique médicale (1886). Paris, Chaix, 1887; br. in-4°. [Présenté par M. le baron Larrey. — Renvoi au concours Montyon (Statistique).]

Troubles et lésions gastriques dans la phtisie pulmonaire; par le Dr B. Mar-

FAN. Paris, G. Steinheil, 1887; vol. in-8°. [Renvoi au concours Montyon (Médecine et Chirurgie).]

De l'antiquité de l'homme dans les Alpes-Maritimes; par M. ÉMILE RIVIÈRE; 10e, 11e et 12e livraisons. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1878-1886; 3 livraisons in-4°. (Présenté par M. Gaudry.)

Études sur l'emprisonnement cellulaire et son influence sur la folie; par le Dr PROSPER DE PIETRA-SANTA. Manuscrit de 121 pages in-4°. [Présenté par M. le baron Larrey. — Renvoi au concours Montyon (Médecine et Chirurgie).]

Les méthodes d'investigation scientifique et leur application à la science des climats; par ALBERT PICHE. Bruxelles, Institut national de Géographie, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Sur la périodicité moyenne des taches de Jupiter. Note de dom LAMEY. Dijon, 1887.

Le mouvement scientifique et industriel en 1886; *par* HENRY VIVAREZ; 2e année. Paris, J. Michelet, 1887; vol. in-12.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 2e série, tome XXII, années 1885 et 1886; 4e fasc. Le Mans, Edmond Monnoyer, 1886; br. in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Bruxelles, F. Hayez, 1887; vol. in-12.

Ricerche sopra le proprietà di alcuni composti ammoniacali del platino, di ALFONSO COSSA. Torino, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Sulla composizione della colombite di Craveggia in val Vigezzo. Nota del socio ALFONSO COSSA. Roma, tipografia della R. Accademia dei Lincei, 1887; br. gr. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino; Vol. XXII, disp. 2^a, 1886-1887. Torino, Ermanno Loescher; br. in-8°.

Giornale del Genio civile, compilato sotto l'alta direzione del Ministero dei Lavori pubblici; serie quarta, Vol. VI. Roma; br. in-8°.

Contributions to Meteorology; by ELLIAS LOOMIS; Chapter II. New-Haven (Conn.), 1887; br. in-4°.

History and work of the Warner Observatory. Rochester (N.-Y.), 1883-1886, Vol. I. Rochester, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

These do Dr DOMINGOS NIOBEY. Rio-Janeiro, imprensa a vapor de Lombaerts, 1887; br. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 MARS 1887.

Les corsaires barbaresques et la marine de Soliman le Grand; par le Vice-Amiral JURIEN DE LA GRAVIÈRE. Paris, E. Plon, Nourrit et Cie, 1887; vol. in-18. (Présenté par M. Bertrand.)

Contributions à l'étude de la grêle et des trombes aspirantes; par DANIEL COLLADON. Genève, H. Georg; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Pratique de la Mécanique appliquée à la résistance des matériaux; par P. PLANAT. Paris, aux Bureaux de la *Construction moderne*, 1887; vol. in-4°.

Question de la division décimale du temps; par Hte HUNSICKER. Paris, L. Guérin et Cie, 1886; br. in-4°.

Les bactéries et leur rôle dans l'anatomie et l'histologie pathologiques des maladies infectieuses; par A.-V. CORNIL et V. BABES. 2e édition. Paris, Félix Alcan, 1886; vol. in-8°. (Présenté par M. Vulpian.) (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Statistique médicale de l'armée pendant l'année 1883, *publiée par le Ministère de la Guerre*. Paris, Imprimerie nationale, 1886; vol. in-4°. (Deux exemplaires.)

Annual Report of the Board of Regents of the smithsonian institution for the year 1884. Part. II. Washington, Government printing Office, 1885; vol. in-8°.

Contributo alla biologia dei micrococchi. Prima Nota del Dott. DAVIDE CARAZZI. Firenze, Tipografia cenniniana, 1887; br. in-8°.

Bulletin de la Société des Médecins et Naturalistes de Jassy; 1re année, n° 1, janvier 1887. Jassy, Tipografia nationale, 1887; br. in-4°.